

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕКОНСТРУКЦИИ МЕЛИОРАТИВНЫХ И ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
в сфере высшего образования Республики Беларусь
по образованию в области сельского хозяйства
в качестве учебно-методического пособия
для студентов учреждений образования, обеспечивающих получение
углубленного высшего образования по специальности
7-06-0811-03 Мелиорация, рекультивация и охрана земель*

*Рекомендовано методической комиссией
мелиоративно-строительного факультета 24.05.2023 (протокол № 8)
и Научно-методическим советом БГСХА 31.05.2023 (протокол № 9)*

*В. И. Желязко;
В. М. Лукашевич;
В. В. Копытовский;
А. П. Лихацевич;
А. С. Анженков*

*О. П. Мешик;
С. М. Курчевский*

**Инновационные технологии строительства и реконструк-
ции мелиоративных и водохозяйственных систем -**

2024. 353

ISBN 978-985-882-572-0.

7-06-0811-

УДК 001.895:626.8(075.8)
ББК 65.45я73

ISBN 978-985-882-572-0

ВВЕДЕНИЕ

- ,

-

7-06-0811-03

- -

Цель

I ,

Задачами

-

-

-

-

.

-

I

: 96

- -

: 24 ,

· ·

1- -

-

)

,

[1]

1. / ;

2. - .

2022.

3. -3.04-8-2005 (02250).

01.11.2005.

4. ,

2017. 79. 21.

5. -

6. / -

7. . 2

8. -

9. -85 / 21961

10. , 9411

11. , ; 30.08.2013.

12. ; 30.04.2011. (-85).

13. 7.

= . ;

-4.01-321-2018 (33020).

14.

/ -

15.

45- -178-2009 (02250).

-

16.

1. ОСНОВЫ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

1.1. Общие положения

- *системность* –

- *научность*

- *креативность*

innovation

инновация

1950)

инновация	novatio
обновление	in
изменение	innovatio
в направлении	в направле-
нии изменений	
innovation	
инновация	

Инноватика

новой экономики.
новая экономика

1. Новая экономика

2. Новая экономика

3. Новая экономика

Новая экономика

И

И И

И

новой экономики

1)

2)

3)

4)

5)

6)

Инновация

-

-

инновации

-

-

-

Однако инновация – это не всякое новшество или нововведение, а только такое, которое серьезно повышает эффективность действующей системы.

Отличие инноваций от творчества.

Творчество

Инновация

Отличие инноваций от изобретательства.

Изобретение

Инновация

инновационные технологии

Продуктовая инновационная технология

Процессная инновационная технология

1 0 ,

1
0

-

-

-

-

-

-

-

.

Полный

Частичный

-

-

-

.

,

1.2. Классификация инноваций и инновационный цикл

-

-

-

-

-

-

Радикальные

-
-
-
-
-
-

Комбинаторные

-
-
-
-

Модифицирующие

-
-
-
-
-
-
-
-

технологических лидеров

Инновационные режимы «рыночная тяга» и «технологический толчок».

market pull
technology push
рыночная тяга

-

Технологический толчок

-

-

1)

2)

3)

Рыночная тяга

-

-

,

-

Первый

Второй

- *стабильная*

- *плодотворная*

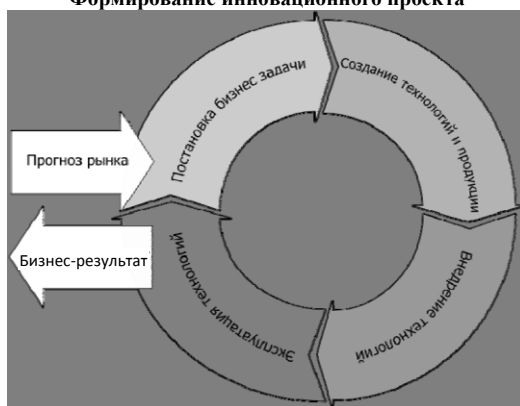
- *изменчивая*

Инновационный цикл.

-

-

Формирование инновационного проекта



Окончание инновационного проекта

-

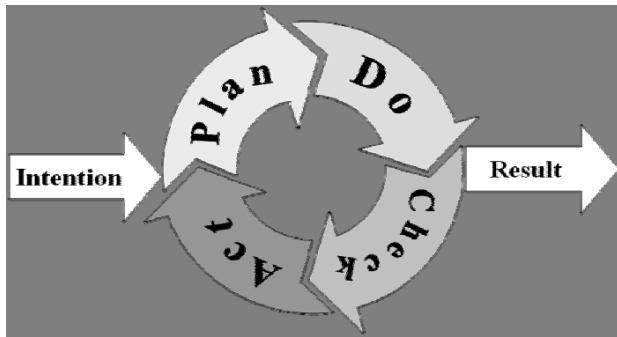
Этапы инновационного цикла.

Инновационный цикл

I

R

W waste



I Intention
R Result
D Do
A Act
P Plan
C Check

-

1.1.

1.1

1.1. Риски и экономический смысл этапов инновационного процесса

	<i>рыночная тяга</i> <i>технологический толчок :</i>	.
	<i>технологический толчок :</i> <i>рыночная тяга</i>	
	.	,

-
-
-
-
-
-
- -

1.3. Интеллектуальная собственность как основа инноваций

«До появления патентного права каждый мог воспользоваться изобретением, сделанным другим человеком, так что сам изобретатель не получал каких-либо особых преимуществ из своего изобретения. Патентная система в корне изменила положение в этой области, закрепив за изобретателем на определенный отрезок времени исключительное право использования своих изобретений и тем самым добавила топливо заинтересованности в творческий огонь гения по созданию открытий и производству новых и полезных вещей .

А. Линкольн

идемпотентность

idem -
potens).
права

,

-

Так, при мыло было известно человечеству с древних времен.

-

-

право на использование

Интеллектуальная собственность

-

-

-

-

-

-

-

интеллектуальная собственность – это права на результаты умственной деятельности человека.

1. Права на результаты умственной деятельности человека.

2. Права на результаты умственной деятельности человека.

3. Права на результаты умственной деятельности человека.

4. Права на результаты умственной деятельности человека.

,

-

-

-

-

Патентное ведомство

—

—

—

,

—

—

,

157

—

—

,

—

—

—

•

106

—

—

2

•

—

-

-

-

1.2.

Исключительное право

правообладателем.

1.2. Виды и сроки действия охранных документов

	-	
		30
-		

-

-

-

-

-

Личные неимущественные права

Иными правами

Патентообладатель

-

Автором

1.4. Основы коммерциализации научно-технических разработок

-
-
-

research and development

research and development

,

-

-

-

трансфер
носить, перемещать

to transfer *пере-*

1.

2.

-

-

-

-

-

Пример. Формы трансфера технологий.
Неотделимые

1)

2)

3)

Отделимые

4)

5)

- -

6)

7)

-

,

,

-

-

-

-

-
-

radiation light amplification by stimulated emission of

-

-

-

-

-

)

Договор на выполнение научно-исследовательских работ

Договор

Договор на выполнение опытно-конструкторских работ

Договор на выполнение технологических работ

Договор подряда

Заказчик

Исполнитель

Подрядчик

Субподрядчик

сmapman

start-up

-

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)

-

1. *Создание инноваций.*

2. *Потребление инноваций.*

-

3. Финансирование процесса коммерциализации результатов исследований и разработок.

4. Сопровождение процесса коммерциализации результатов исследований и разработок.

-

1.3

1.3. Роли и функции участников трансфера технологий

			(-
			,
			-

1.4).

**1.4. Различие представления о технологии на языке понятий
изобретателя и инвестора**

-	

Пример.

Special Interest

Bluetooth

3COM/Palm, Axis Communication, Motorola, Compaq, Dell, Qualcomm

Научно-технические риски.

-
)

Маркетинговые риски

-
-
-
-
-
-

Финансовые риски

Юридические риски

Экологические риски

Политические риски

Риски форс-мажорных обстоятельств

Специфические риски

—
—
—
—

,

Оценка технической полезности

Оценка патентно-правовой ситуации

-

-

-

Патентные исследования

-

Маркетинговые исследования

-
)
-
-
()
-
-

валоризация

валоризацией

1.5. Инновационный маркетинг

1. Эра производства

-

2. Эру продаж

1950-

3. Эра маркетинга

4. Эра взаимоотношений

-

-

-

-

ориентированной

продуктно

стратегии

производственной

стратегии продаж

маркетингового подхода.

1)

;

2)

;

3)

,

4)

5)

.

.

Основные принципы принятия решения о покупке товара.

-

)

,

- 1)
- 2)
- 3)

.

потребительского

-
-
-

социокультурным и психосоциальным

-
-
-
-

-

Корпоративный рынок

-
-
-

факторам окружающей среды

организационным факторам

персональным факторам

-

-

проникновения на рынок

Инноваторы

новная группа пользователей и группа последователей. ос-

-

роста продаж

-

-

Windows

Windows

,

,



1.3.

1.

2.

3.

4.

5.

6.

-

«Чтобы заработать хорошую репутацию, необходимо совершить много хороших дел, и всего одно плохое, чтобы ее потерять».

Б. Франклин

1.

2. ,

3.

4.

,
 -

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.

,

• •

-

-

-

-

-

Сбор и анализ маркетинговой информации.

-

Сведения об отрасли (области) техники

Данные об участниках рынка

Сведения о технологиях

-

Источники маркетинговой информации.

-

-

-

-

патентной системой

-

Информационные ресурсы сети Интернет

-

-

научно-технической информации

-

-

Особенности патентного поиска при проведении маркетинговых исследований.

- уникальность

- оперативность

- достоверность

- универсальность

- структурированность

- упорядоченность

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

ки,

области техни-

участники рынка

)

-

Проверка полноты и полезности полученной информации.

точность

доста-

/

/

Систематизация и анализ полученных данных.

-

-

Подготовка отчета о маркетинговых исследованиях.

)

Понятие конкурента и его идентификация.

Конкурент

Конкуренция

concurrentia

concurro

Конкурент

concurriens

Конкуренция

concurrentia

конку-

рентных сил

-
-
-
-
-

,

Угроза замещения продукта

-

Угроза появления нового участника

,

Рыночная позиция поставщиков

Рыночная позиция покупателей

рыночными сегментами

-

-

-

-

внешним

-

-

-

-
-
-
-

-
-
-

Внутренние

-
-
-

-

продажах

финансовых показателей

производственном потенциале

Продукция конкурентов

- -

потребителей

Поставщики

Патентная

Публичные мероприятия,

-

Консалтинговые фирмы,

-

банки данных.

пресса, научные журналы

-

,

1.6. Управление инновационными проектами

-

-

1. Цели деятельности

2. Порядок ведения деятельности

3. Прекращение деятельности

Жизненный цикл проекта.

- :
-
-
-

жизненный цикл проекта.

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)
- 5)
- 6)
- 7)
- 8)
- 9)
- 10)

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)
- 5)

-

- 1)

2) -

3)

4)

5)

6)

7)

8)

9)

10)

1. Начальная фаза (подготовка проекта).

-

-

-

-

-

-

2. Фаза разработки.

-

-

-

-

3. Фаза реализации.

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

4. Фаза завершения.

.

-

-

-

-

-

-

процессом

1. Содержательные процессы

-

-

-

-

2. Управленческие процессы

Plan Do Check

Процессы инициации проекта.

Процессы планирования проекта.

-

Процессы исполнения проекта.

Процессы анализа проекта.

Процессы управления проектом.

-

Процессы завершения проекта.

Юридическое завершение

Административное (информационное) завершение –

объекты управления:

Управление предметной областью.

1.

2.

3.

4.

5.

6. .

Планирование качества)

Обеспечение качества

Контроль качества

Управление временем

-

Управление временем

1.

2.

3.

4.

5.

6.

Управление стоимостью

1.

2.

3.

Управление контрактами.

1.

2.

3.

4.

Управление персоналом ()

1.

5.

Управление рисками

1.

2.

3.

4.

5.

6.

Управление интеграцией

1.

2.

3.

4.

5.

6.

Процессы инициации и планирования:

-

-

-

-

;

-

-
-

Процессы исполнения:

-
-

-
-

Процессы анализа и управления:

-
-
-

Процессы завершения:

-
-
-

pert, Open Plan

Project Ex-

Инновационный проект

Продукт инновационного проекта

Контрольные вопросы

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.

-

2. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ЗАКРЫТЫХ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

2.1. Общие положения

-

-

,

,

-

-

-

-

-

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

-

-

-

-

F²⁺)

-

4

n, Mg.

-

-

-

-

-

-

-

-

-	
-	
-	
-	-
-	
-	
-	-
-	

2.3. Эксплуатационный контроль технического состояния закрытой мелиоративной сети

	.
-	

-

-

,

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

;

-

,

2.4. Критерии оценки технического состояния закрытой мелиоративной сети

-

1. Гидротехническая оценка

-
-
-
-
-
-

2. Оценка водного режима

-
-
-
-
-
- -

3. Оценка работоспособности закрытой дренажной сети,

-
-
-

4. Фиксация и структурирование данных наблюдений.

-

-

-

2.1).

**2.1. Оценка работоспособности закрытого дренажа
по отношению модулей дренажного стока обследуемой осушительной системы
к модулям дренажного стока осушительной системы объекта-аналога**

q_1	
$- q_2$	
q_1 / q_2	
$1 - q_1 / q_2$	
q_1 / q_2	

-

2.2) [4].

**2.2. Оценка состояния мелиорированных земель,
осушенных закрытым дренажем, по отношению площади вымочек
и переувлажнений к общей площади, %**

	30 70	$\frac{0}{0}$	$\frac{1,0}{5}$	$\frac{1,0}{5}$
	>70 130	$\frac{0}{<5}$	$\frac{3}{5 \ 10}$	$\frac{3}{10}$
	>130 200	$\frac{3}{10}$	$\frac{3 \ 5}{10 \ 15}$	$\frac{5}{15}$

:

-

-

-

-
-

-

,

2.3. Оценка мелиоративного состояния земель, осушенных закрытым дренажем по задержке сроков проведения полевых работ

	5 10
	>10

[4].

-

**2.4. Оценка мелиоративного состояния земель,
осушенных закрытым дренажем, в зависимости от сроков отвода поверхностных
и гравитационных вод в вегетационный период из пахотного слоя до 0,25 м**

	$\frac{0,5}{1,0}$	$\frac{0,5}{1,0} \frac{1,0}{1,5}$	$\frac{1,0}{1,5}$
	$\frac{0,8}{1,5}$	$\frac{0,8}{1,5} \frac{1,5}{2,5}$	$\frac{1,5}{2,5}$
	$\frac{1,5}{3,0}$	$\frac{1,5}{3,0} \frac{2,5}{5,0}$	$\frac{2,5}{5,0}$

-

-

> 3 - 3

-

-

.

- 2.1) [5].



-100

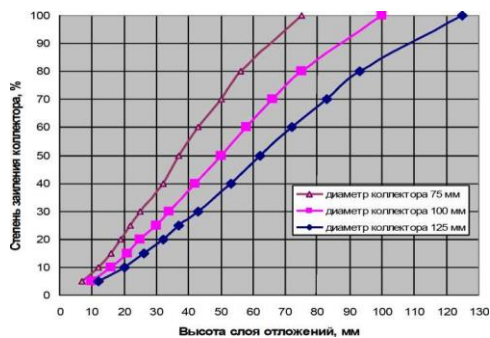
-

%

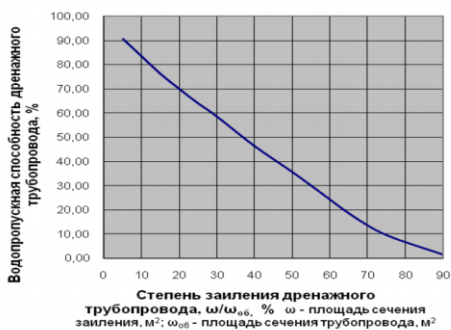
**2.5. Степень заиления коллектора в зависимости от его диаметра
и диаметра используемых контрольных головок при оценке внутреннего состояния
устройством ОД-100**

	40	60	80	100	120
75	46	14			
100	63	37	14		
125	72	53	32	14	
150	79	63	46	29	14

2.2.



2.3.



2.3.

2.6. Оценка состояния закрытой дренажной сети (ЗДС)
по степени заилиenia трубопровода

Степень заилиenia дренажного трубопровода, %		
<15	15 35	>35
Водопрopusкная способность дренажного трубопровода, %		
>85	85 45	<45

%

35

:

-

-

-

-

-

-

]:

$$\frac{h}{h} \frac{h}{h} \quad (2.1)$$

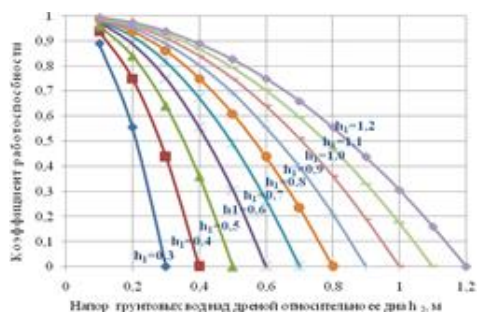
h_1
 h_2

h_1 h_2

h_1 h_2

(2.1)

2.4.



h_2
 h_1 (

-

.7.

-

.

**2.7. Основные требования к защитно-фильтрующим материалам
из минеральных, синтетических, текстильных и полимерных волокон**

,	10^{-4}
	0,05

2.8. Качество стыковки и сопряжения трубок

	50	75 125	150 250	
	1,5	2,0	3,0	$< \frac{1}{5}B^*$
	1,5 3,0	2,0 4,0	3,0 5,0	$1,5 \frac{1}{3}B^*$
	3,0	4,0	5,0	$> \frac{1}{3}B^*$

* B

2.5. Состояние закрытой коллекторно-дренажной сети по степени заиления

-

-

. 2.4 (

-

2.9 2.11 [6].

2.9. Состояние дренажных устьев

	273		62		115		96
	100%,	%	23	%	42	%	35

2.10. Состояние дренажных коллекторов по степени заиления

		15 25	25 35	35 50	>
(100 %)	Протяженность заиленных участков по степени заиления				
	6365 (14)	11821 (26)	13973 (30)	8383 (18)	5285 (12)

2.11. Соотношение диаметров трубок дренажных коллекторов на объектах обследования

		75		100		125		150		175	
	273		102		99		51		16		5
	100 %,	%	37	%	36	%	19	%	6	%	2

-

**2.12. Оценка внутреннего состояния отдельных участков
коллекторной сети по степени заиления**

			25 35		35 50		>50	
		%		%		%		%
			3	11	7	25	18	64
	4	15	12	43	6	21	6	21
	8	29	16	57	4	14		

-

%).

,

,

35

56

,

-

50
50

%),

,

2

2.6. Виды работ по техническому обслуживанию закрытой мелиоративной сети

Приоритеты проведения ремонтно-эксплуатационных работ на мелиорированных землях



-

’
Технический уход

-

-

-30.

-

Текущий ремонт

-

-

-

-

-
-
-
- -

-

- -
-

Капитальный ремонт

- :

-

-

-

- .

-

-

-2

-

-

-

50

-

Аварийный ремонт

,

-

23

-

:

- *технический уход*

- *текущий ремонт*

-

- *капитальный ремонт*

- *аварийный ремонт*

Контрольные вопросы

1.

2.

3.

4.

5.

6.

-

7.

8.

-

9.

3. УСТРОЙСТВА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВНУТРЕННЕГО СОСТОЯНИЯ, ОЧИСТКИ И ПРОМЫВКИ ЗАКРЫТОЙ ДРЕНАЖНОЙ СЕТИ

3.1. Средства механизации и способы очистки закрытой мелиоративной сети от заиления

-
-
-
-
-
-

,

,

,

AHS

ma

Die-

,

].

Holz

(Wangen / Allgau

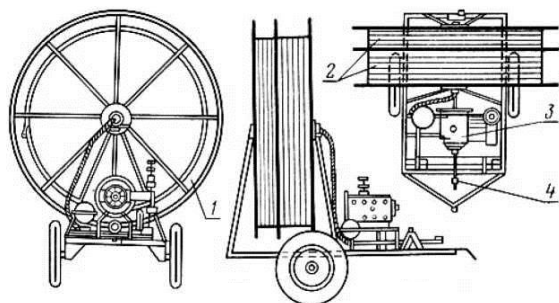
30

].

-

RSO-II

3.1).



1 2
4

RSO-11:
3

RSO-II. -910,

,

3.2).

-

-80/82.



-

3

-

,

-25

-

,

- . 3.3).



-120

-120

S

-

3.1. Техническая характеристика установки промывки дренажа УПД-120

	-80/82
	3 30
; , ; ,	S; m m
, ; ,	300 15
	8
	(730 2) %
	3

-80/82.

-

-

[2].

-
-
-

Проходные насадки

,

,

-

1

2

3

4

ВИДЫ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОМЫВОЧНЫХ НАСАДКОВ		
ПРОХОДНЫЕ	РЕВЕРСИВНЫЕ	РОТАЦИОННЫЕ
1 2 3 4	5 6 7 8	9 10 11

3.4.

Реверсивные насадки

Ротационные насадки

-

Гидравлическим способом

-

-

-

-

[7].

，

，

，

],

- -

вакуумного способа

-10.

-

-

0,05

-

,

Механический способ

[2].

,

,

-

10].

Химический способ

. [9].

3.2. Инновационные разработки РУП «Институт мелиорации» для диагностики и очистки коллекторно-дренажной сети

Устройство для оценки внутреннего состояния и очистки коллекторно-дренажной сети ОД-100

-

-

-

3.2.

3.2. Техническая характеристика устройства ОД-100

	75 200
	W X
	3
	8
max	4
-	1,1
:	
	30
	35
:	
	8
	50
	50
	60
	80
	2

-100
определить:

-
-
-
-
- ;
-) очистить
-
-
-

Мягкая плотина МП-1 3.5



-1

-1

3.3. Техническая характеристика мягкой плотины МП-1

	2,5
	3
	0,6
	35
	2

3.4. Техническая характеристика мягкой плотины МП-2

	1,5
	0,4
	12
	2 (1)*

*

-

30

-2.

Установка промывки устьевой части коллектора УПК-30

- 3.6)



-30

3.5.

3.5. Техническая характеристика установки УПК-30

	75 200
	W X
	3
	8
max	4
-	1,1
:	
	30
	35
:	
	8
	50
	50
	60
	80
	2

Устройство направляющее телескопическое УНТ-6 3.7

-



3.7.

-6

-

-

1

-120

2

3.8).



-

1

-120:

2

-

-

3.6.

3.6. Техническая характеристика УНТ-6

	46
	5600
	2225
	205
	255
	35
	2

Устройство для забора воды ЗУ-2

3.9

-120.



-2

-2

3.7.

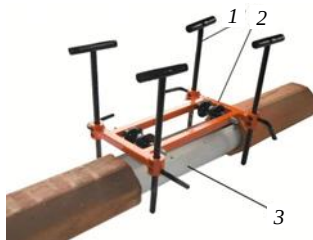
3.7. Техническая характеристика устройства ЗУ-2

3	
	0,10
	6
:	420
	150
	1

Муфта промывочная МПГ-1 3.10

-

-



1 2 3 -1:

.8.

3.8. Техническая характеристика муфты промывочной МПГ-1

	75, 100, 125, 150
	4
	380
:	322
	210
	40
	370
	4
.	1

Насадки очистные

- -80 -

),

-100.



- -80

-60 -80

Насадки промывочные - -6)

-

-120



- -6

- -80)

-

-80

-



Поисковый комплект трасс дренажных коллекторов ПУ-2
 . 3.15



-2

3.9.

3.9. Техническая характеристика поискового комплекта трасс дренажных коллекторов ПУ-2

	1
	1
	50 200
	5
	0,1
	2
	1

*Комплекс средств диагностики внутреннего состояния закрытого
дренажа КСД-160*



1



2

-160:

-160

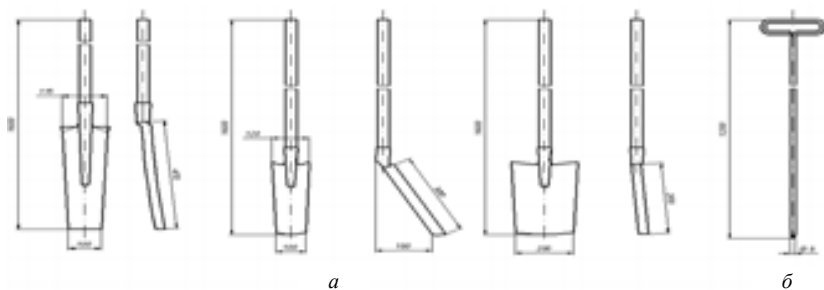
3.10. Основные технические характеристики комплекса
средств диагностики КСД-160

	100 200
	100 150
	10,5
	75
	3
	1200
	500
	1300
	500
	380
	240
	80
	3 (2)*

*

Шанцевый инструмент

3.17).



а

б

: а

б

,

-

Контрольные вопросы

1.

2.

3.

4.

-120.

5.

6.

7.

8.

9.

4. ВОССТАНОВЛЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЗАКРЫТОЙ МЕЛИОРАТИВНОЙ СЕТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ СРЕДСТВ МАЛОЙ МЕХАНИЗАЦИИ

4.1. Общие положения

.

1,5

4.2. Очистка от заиления дренажных устьев

,

1.

-

[11].

1.

4.1).

-

-100.

.

-

].



4.1. Примерные нормы времени на очистку устьевой части коллектора с применением насадки совковой (состав звена: рабочие – 2 чел.)

		-	
		I	II
	110	0,07	0,10
	150	0,08	0,12
	200	0,09	0,14



4.2.

-1

-

4.3. Обследование внутреннего состояния закрытой коллекторно-дренажной сети с применением устройства ОД-100

-

-

,

-

2.1).

%

,

.



4.2

%.

**4.2. Степень заиления коллектора в зависимости от его диаметра
и толщины слоя отложений**

	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	
75	7	12	16	19	22	25	32	37	43	50	56	
100	10	16	21	25	30	34	42	50	58	66	75	
125	12	20	26	32	37	43	53	62	72	83	93	
150	15	23	31	38	45	51	63	75	87	99	112	
175	17	27	36	44	52	60	74	88	101	115	130	
200	19	31	41	51	60	68	84	100	116	132	149	

TRASKA).

).



TRASKA



**4.3. Примерные нормы времени по оценке внутреннего состояния
коллекторно-дренажной сети и поиска неисправностей с применением
устройства ОД-100 (состав звена: рабочие – 2 чел.)**

			-
		100	0,27
		1	0,24

- ()

-

-

-

4.6, 4.7).



4.6.

-1: 1

; 2

; 3

4

5

-100



-

-1

-

,

,

4.4. Обследование внутреннего состояния закрытой дренажной сети с применением комплекса средств диагностики КСД-160

-160,
3.17

-2

-2.

-

4.8).



-160

-2.

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-160;

-

-

-

-

-

,

.9, 4.10.

-

-

-

$$X = \frac{Dc}{d},$$

X
 D
 c
 d

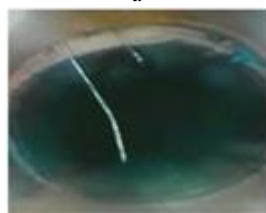
;
.



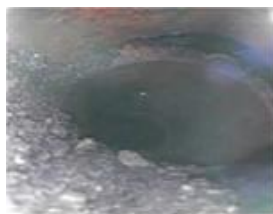
a



б



в



г

-160: *a*

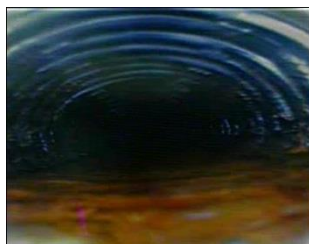
б

г

в



a



б

4.10.

-160: *a*

б

4.5. Очистка коллекторной сети от заиливания механическим способом с применением устройства ОД-100

-

-

-

-

-

-

-

-

-

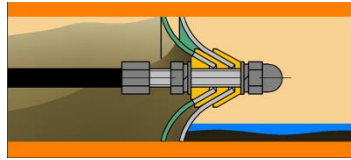
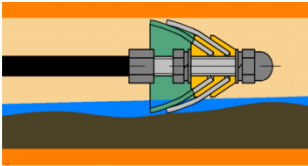
-

-

.13).

- -

).



.

.

-

-100,

60

30

).

).



-80

2

4.4. Количество проходов насадки мягкой для очистки 100 м коллектора в зависимости от его диаметра и степени заиления

		<25	25 35
75	60	1 2	2 3
100	60	2 3	3 4
	80	1 2	2 3
125	80	2 4	4 5

4.5. Примерные нормы технологического времени на очистку 100 м коллекторного трубопровода механическим способом с применением устройства ОД-100 (состав звена: рабочие – 2 чел.)

		<25	25 35
		, -	
75	60	0,2 0,4	0,4 0,6
100	60	0,4 0,6	0,6 0,8
	80	0,2 0,4	0,4 0,6
125	80	0,4 0,8	0,8 1,0

3

1:2 1:3.

P P :

$$P = P + P . \quad (4.1)$$

V_T

V_B :

$$V = V_T + V . \quad (4.2)$$

$$V = V + V = \frac{P}{\gamma} + \frac{P}{\gamma} , \quad (4.3)$$

3,

3 .

$$V_{\rm TB} \quad V_{\rm B}$$

$$K:$$

$$K=\frac{h^1\omega}{h\omega}=\frac{h^1}{h},\tag{4.4}$$

$$\begin{array}{l} h^1 \\ - \\ h - \end{array} \qquad \qquad \qquad ;$$

.

:

$$=\frac{T-T}{V}=\frac{G}{V},\tag{4.5}$$

$$\begin{array}{l} T \\ T \\ V - \\ G - \end{array} \qquad \qquad \qquad ; \qquad \qquad \qquad ;$$

k

$$k=\frac{\gamma-\gamma}{\gamma-\gamma}.\tag{4.6}$$

$$V_{\rm T}$$

$$V \quad = \, v \; k k \; , \tag{4.7}$$

V_T

3

v

;

—

;

k —

k —

1,3.

V_T

$$V_T = \frac{P - V \gamma}{\gamma - \gamma}, \quad (4.8)$$

P —

V —

—

3;

3;

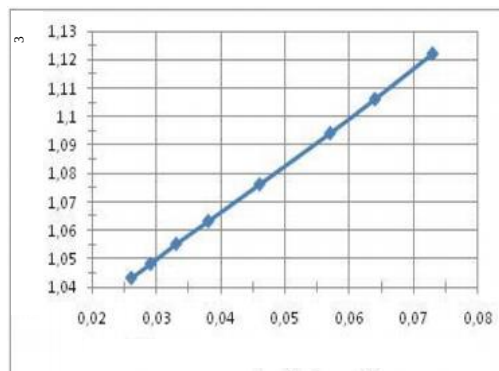
3.

2

-80

2.

0,065 0,075,



**4.6. Технологические операции, средства технологического обеспечения
и состав исполнителей по очистке дренажных коллекторов механическим способом
с применением устройства ОД-100**

1.	-100 -1; 3	2; 1
2.		
-100		
3.		
4.		
5.		
-		
6.		

**4.6. Промывка дренажных коллекторов с применением
установки УПК-30**

-

-

.

-

-

16).

-

-



-30

-1

-

-30

-

-2;

-

-

-

);

-

).



-30



-30

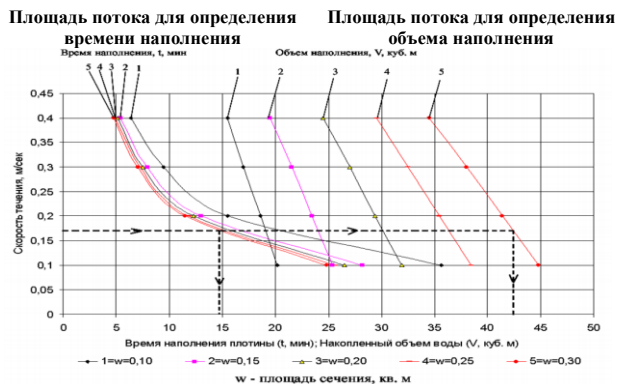
-

-

,

.

).



);

²);

);

³).

4.7. Выбор способов очистки закрытой дренажной сети при техническом обслуживании

-100.

4.7. Виды технического обслуживания закрытой дренажной сети в зависимости от степени ее заиления

	15 35	>35 50	

-100.

При степени заиления до 15 %

При степени заиления 15–35 %:

-30;

- -

При степени заиления >35–50 %:

-
-120;
-

-

При степени заиления более 50 %:

-
-120;
-

4.8. Способы очистки закрытой дренажной сети при техническом обслуживании

’ -100			- 2 ;	
’ -30			-30; 2	’
’ -120			-120; - 1 (2 (1)* 2	’

* .

-160

).

-

-30,

-

Контрольные вопросы

1.

2.

3.

-

4.

5.

-1?

6.

-160?

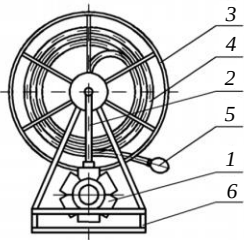
7.

-100?

5. ОЧИСТКА ЗАКРЫТОЙ МЕЛИОРАТИВНОЙ СЕТИ ОТ ЗАИЛЕНИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

**5.1. Расчет параметров технологического оборудования,
используемого при гидродинамическом способе очистки дренажа**

0,5



1 2 3 4 5 6 :

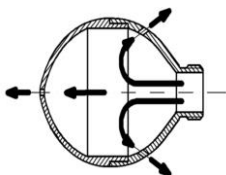
1 2, 3 4, 5.

P

P ,

P . ,

5.2.



Потери напора в промывочной насадке будут складываться из потерь на расширение потока в самой насадке P_p и повороте потока под острым углом P_n . Суммарные потери можно представить в следующем виде:

$$P = P_{\Pi} + P_{\Pi\Pi} + P_{\Pi\Pi} + P_p + P_n. \quad (5.1)$$

При подводе воды от насоса к оси барабана и от нее к промывочному рукаву поток дважды совершает поворот под прямым углом. Потери напора на поворот потока определяют по формуле [2]:

$$\Delta P = \zeta \frac{V^2}{2g}, \quad (5.2)$$

где ζ – коэффициент сопротивления для поворота трубы на 90° , (составляет 1,1);

V – скорость потока воды, м/с;

g – ускорение свободного падения, м/с².

Скорость потока воды определяют по известному расходу и площади поперечного сечения трубопровода.

$$V = \frac{Q}{S}, \quad (5.3)$$

где Q – расход, м³/с;

S – площадь поперечного сечения, м².

Потери на плавный поворот на 180° в свернутом на барабане промывочном рукаве составят:

$$\Delta P_{180^\circ} = \zeta \frac{V^2}{2g}, \quad (5.4)$$

где $\lambda_{\text{пл}}$ – коэффициент сопротивления для плавного поворота трубопровода, который определяют по формуле

$$\lambda_{\text{пл}} = \lambda_{\text{тр}} + \lambda_{\text{пов}} \sqrt[8]{d R}, \quad (5.5)$$

здесь $\lambda_{\text{тр}}$ – параметр, зависящий от угла поворота, при угле поворота 180°, ($\lambda_{\text{тр}} = 0,02$);

$\lambda_{\text{пов}}$ – коэффициент гидравлического трения;

d – диаметр промывочного рукава, м;

R – радиус изгиба свернутого на барабане промывочного рукава, м.

Коэффициент гидравлического трения зависит от числа Рейнольдса и для круглых трубопроводов определяется по формуле

$$R_e = \frac{Vd}{\nu}, \quad (5.6)$$

где V – скорость потока жидкости, м/с;

d – диаметр трубопровода, м;

ν – кинематический коэффициент вязкости, м²/с.

При расходах 0,5–2,5 л/с и диаметре трубопровода 15–25 мм число Рейнольдса будет изменяться в пределах 40000–210100. Для таких чисел Рейнольдса коэффициент гидравлического трения определяют по формуле

$$\lambda = \frac{1}{(1,82 \lg R_e - 1,64)^2}. \quad (5.7)$$

Радиус плавного поворота промывочного рукава можно принять как на голландской машине Синиор или на установке промывки дренажа УПД-120, который составляет 0,60–0,75 м.

Максимальные потери напора будут возникать на начальном этапе промывки, когда промывочный рукав практически полностью свернут на барабане и для расчета обычно принимают этот наиболее неблагоприятный вариант.

Количество витков на барабане определяют по зависимости

$$n = \frac{L}{2\pi R}, \quad (5.8)$$

где L – длина промывочного рукава, м.

Суммарные потери давления на плавный поворот промывочного рукава на барабане устройства составят:

$$\Delta P = \zeta \frac{V^2}{2g} 2n. \quad (5.9)$$

Потери напора по длине промывочного рукава определяют по формуле А. Дарси – Ф. Вейсбаха:

$$\Delta P = \lambda \frac{LV^2}{d2g}. \quad (5.10)$$

Потери на расширение потока в самой насадке составят:

$$\Delta P_p = \zeta_p \frac{V^2}{2g}, \quad (5.11)$$

где ζ_p – коэффициент сопротивления расширению, который определяется по формуле

$$\zeta = \left(\frac{\omega_2}{\omega_1} - 1 \right)^2 \quad (5.12)$$

здесь K_p – коэффициент смягчения при постепенном расширении, $K_p = 1,07$;

ω_1, ω_2 – площади сечений потока до и после расширения соответственно.

Ориентировочно потери на поворот потока внутри промывочной насадки можно рассчитать по формуле

$$\Delta P = \zeta \frac{V^2}{2g}, \quad (5.13)$$

где $\zeta = 3,0$.

Суммарные потери напора в водопроводящих элементах дренапромывочного устройства, вычисленные по вышеприведенным формулам, приведены в табл. 5.1.

5.1. Суммарные потери напора в водопроводящих элементах дренапромывочного устройства, м

	200					300				
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
15	164	502	1013	1681	2498	246	752	1515	2512	3733
20	52	179	270	441	651	78	207	403	659	972
25	24	54	100	160	234	36	81	150	239	349

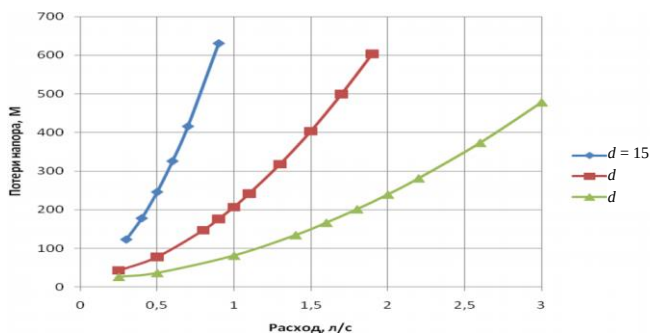
Установка промывки дренажа УПД-120, применяемая в Республике Беларусь для очистки закрытых дренажных систем от заиливания, оборудована мембранным водяным насосом М135S, с давлением 5,0 МПа.

С учетом потерь напора в водоподводящих элементах дренапромывочного устройства остаточное давление воды в промывочной насадке при давлении насоса 5,0 МПа приведено в табл. 5.2 и на рис. 5.3.

**5.2. Напор воды в промывочной насадке
при заданных параметрах длины, внутреннего диаметра промывочного рукава
и расхода воды при давлении насоса 5,0 МПа**

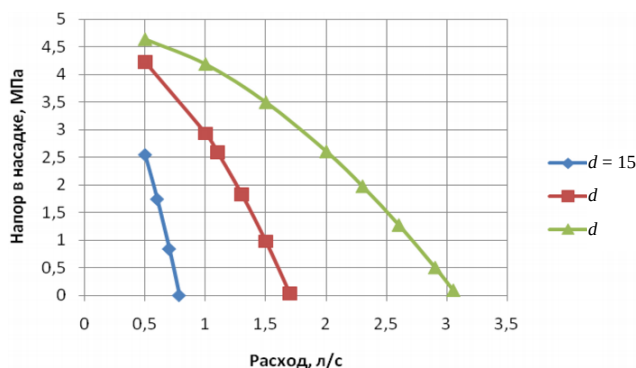
	200					300				
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
15	3,36					2,54				
20	4,48	3,61	2,30	0,59		4,22	2,93	0,96		
25	4,76	4,46	4,00	3,40	2,66	4,64	4,0	3,50	2,61	1,51

Суммарные потери напора в устройстве промывки дренажа с использованием промывочных рукавов с внутренним диаметром 15–25 мм и их длине 300 м в зависимости от расхода воды представлены на рис. 5.3.



С учетом потерь напора в устройстве промывки дренажа на рис. 5.4 приведен напор воды в промывочной насадке в зависимости от внут-

ренного диаметра промывочного рукава длиной 300 м и рабочего давления водяного насоса 5,0 МПа.



Европейская комиссия по дренажу рекомендует рабочее давление в промывочной насадке 0,9–1,1, но не более 1,3 МПа. Исходя из данного положения, при давлении 0,9–1,1 МПа расход при комплектовании установки промывочным рукавом с внутренним диаметром 15 мм составит всего 0,6–0,7 л/с, что не в полной мере обеспечит необходимый объем воды для транспортировки размытых отложений.

Промывочный рукав диаметром 25 мм также не рационален по причине высокого остаточного давления в промывочной насадке, которое составляет от 1,5 до 4,2 МПа. В данном случае, при диаметре рукава 25 мм целесообразно использовать водяной насос с более низким давлением. Однако увеличение диаметра промывочного рукава приведет к повышению его массы, стоимости и необходимых усилий по его продвижению по дренажному трубопроводу.

Исходя из вышеизложенного, предпочтительно оборудовать установку промывки дренажа УПД-120 промывочным рукавом с внутренним диаметром 20 мм, при его длине 300 м. Длина промывочного рукава 300 м предпочтительна с той точки зрения, что в большинстве случаев длина промываемых коллекторов на объектах реконструкции составляет более 200 м, в связи с чем установка УПД-120 при очистке дренажного трубопровода может постоянно располагаться у его устья, без дополнительного перемещения по трассе, что существенно сократит время промывки и снизит себестоимость работ.

5.2. Водопрopusкная способность дренажных трубопроводов при гидродинамическом способе очистки

Основным способом очистки дренажных трубопроводов от заиления является гидродинамический с применением дренопромывочных машин. Для оценки возможности транспортировки размытого грунта по дренажным трубопроводам необходимы сведения о режимах движения воды (пульпы) в трубопроводах в зависимости от их уклона и диаметра.

Скорость течения воды в дренажных трубах определяют по формуле Шези:

$$V = C\sqrt{Ri}, \quad (5.14)$$

где V – скорость, м/с;

C – эмпирический скоростной коэффициент Шези;

R – гидравлический радиус, м;

i – уклон дрены.

Для определения коэффициента C рекомендуется формула академика Н. Н. Павловского:

$$C = \frac{1}{n} R^y, \quad (5.15)$$

где n – коэффициент шероховатости;

y – показатель степени (по данным Маннинга равен $1/6$).

Основной гидравлической характеристикой потока является гидравлический радиус:

$$R = \frac{\omega}{\chi}, \quad (5.16)$$

где ω – площадь живого сечения потока, м²;

– смоченный периметр трубы, м.

Для труб, работающих полным заполнением, $R = d/4$,

Расход воды определяется по формуле

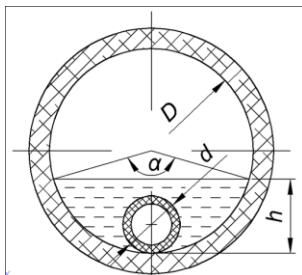
$$Q = \omega V. \quad (5.17)$$

При гидродинамическом способе очистки размыв отложений происходит посредством применения промывочной насадки, вода к которой подводится через напорный промывочный рукав.

Промывочный рукав во время очистки дренажного трубопровода находится в его полости и оказывает существенное влияние на характеристики потока воды.

Ранее (подразд. 5.1) было установлено, что оптимальный диаметр промывочного рукава при использовании насоса с давлением 5,0 МПа составляет 20 мм. Толщина стенок промывочных рукавов при расчетном давлении 5,0 МПа обычно составляет 3,5–4,0 мм. Примем толщину стенок 4,0 мм, тогда наружный диаметр промывочного рукава составит 28 мм.

Расчетная схема для определения характеристик потока воды в дренажном трубопроводе при нахождении в его полости промывочного рукава представлена на рис. 5.5.



$$W = S - S, \quad (5.18)$$

$$\frac{S}{S} = \frac{D^2 \alpha}{8} - \sqrt{Dh - h^2} \left(\frac{D}{2} - h \right), \quad (5.19)$$

D

h

$$\alpha = \arccos \frac{D-2h}{D}. \quad (5.20)$$

$$\chi = l + \pi d, \quad (5.21)$$

l
 d

$$l = \frac{D\alpha}{2}. \quad (5.22)$$

2.

Для оценки возможности выноса размытых отложений из трубопроводов гравитационным потоком воды в процессе их промывки необходимы сведения о скоростных и расходных показателях воды (пульпы) при различных уровнях ее в трубопроводах. Для упрощения данных расчетов в табл. 2–4 приведены показатели гидравлических параметров потока воды (пульпы) в наиболее распространенных дренажных трубопроводах диаметром 75, 100 и 125 мм при расположении в них напорного рукава диаметром 28 мм. Расчет выполнен при коэффициенте шероховатости 0,17.

Также на основании значений гидравлического радиуса табл. 2–4 прил. 2 рассчитаны средние гравитационные скорости течения воды (пульпы) и ее расходы в дренажных трубопроводах диаметром 75, 100 и 125 мм при расположении в них напорного рукава диаметром 28 мм в зависимости от степени наполнения и уклонов табл. 5–7 . 2.

Исходя из анализа исследований ряда авторов по очистке дренажных трубопроводов гравитационным потоком воды и данных табл. 5–7, характеризующих скоростной и расходный поток воды, можно сделать

вывод, что в процессе продвижения промывочного рукава с насадкой по трубопроводу гравитационным потоком могут извлекаться частицы грунта размером менее 0,01 и частично 0,05 мм, так как при наиболее распространенных уклонах коллекторов 0,002–0,003 скорость пульпы не превышает 0,2–0,3 м/с. Следовательно, для эффективной очистки трубопровода необходимо создать в нем напорный скоростной режим транспортирования размытых отложений.

Важным параметром работы дренажного трубопровода является его расходная характеристика K , которая представляет собой расход трубопровода при гидравлическом уклоне, равном единице. Расходную характеристику определяют по формуле академика Н. Н. Павловского:

$$K = \omega C \sqrt{R}. \quad (5.23)$$

Значения расходной характеристики K для дренажных трубопроводов диаметром 75–125 мм при расположении в них напорного рукава диаметром 28 мм в зависимости от степени наполнения трубопровода водой приведены в табл. 5.3.

5.3. Значение расходной характеристики K в зависимости от диаметра трубопровода и степени его наполнения при коэффициенте шероховатости 0,017

h/d	, %						
		75		100		125	
		K					
		K	K^2	K	K^2	K	K^2
0,1	5						
0,2	14					2,09	4,36
0,3	25	0,59	0,35	2,86	8,16	7,07	49,94
0,4	37	1,88	3,53	6,46	41,72	14,40	207,29
0,5	50	3,67	13,46	11,05	122,18	23,46	550,52
0,6	63	5,78	33,36	16,24	263,66	33,51	1122,84
0,7	75	7,99	63,83	21,53	463,57	43,63	1903,20
0,8	86	10,05	101,03	26,34	693,66	52,69	2775,82
0,9	95	11,61	134,60	29,82	889,44	59,10	3492,76
1,0	100	11,56	133,70	29,25	855,65	57,46	3301,46

Потери напора H_ω по длине трубопровода можно определить по следующей формуле

$$H_\omega = \frac{Q^2}{K^2} l. \quad (5.24)$$

Расход можно представить следующим образом:

$$Q = K \sqrt{\frac{H_w}{l}} = K \sqrt{i}, \quad (5.25)$$

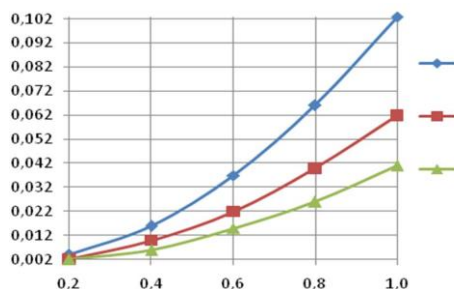
В свою очередь,

$$i = \frac{Q^2}{K^2}. \quad (5.26)$$

С учетом расходной характеристики дренажных трубопроводов определяют необходимый гидравлический уклон, обеспечивающий транспортировку пульпы по дренажному трубопроводу с определенной транспортирующей скоростью потока (табл. 5.4, рис. 5.6).

5.4. Гидравлический уклон, обеспечивающий напорную транспортировку пульпы по дренажному трубопроводу при расположении в нем напорного рукава диаметром 28 мм в зависимости от необходимой транспортирующей скорости потока

	75		100		125	
0,2	0,74	0,004	1,46	0,002	2,33	0,002
0,4	1,48	0,016	2,91	0,010	4,67	0,006
0,6	2,23	0,037	4,37	0,022	7,01	0,015
0,8	2,97	0,066	5,82	0,040	9,34	0,26
1,0	3,71	0,103	7,28	0,062	11,68	0,41



5.3. Скоростной режим транспортировки гидросмеси размытых отложений в дренажных трубопроводах

При размыве отложений грунта, находящихся в полости дренажного трубопровода, струями воды, исходящими из насадки дренажного устройства, образуется так называемая пульпа – смесь воды и частиц грунта.

Перемещение пульпы по дренажному трубопроводу под действием водяного потока можно представить как безнапорное и напорное гидротранспортирование двух разных потоков. Двухфазные потоки характеризуются тем, что в воде находятся во взвешенном состоянии твердые частички грунта.

При определенных малых скоростях размытые частички отложений оседают на дно и образуют слой осадка. При увеличении скорости осадок приходит в движение, образуя форму непрерывных гряд, которые движутся в направлении потока. Переход движения частиц во взвешенное состояние сопровождается исчезновением гряд. Скорость движения смеси воды и частиц грунта (пульпы), соответствующая этому состоянию, называется критической. При критической скорости весь грунт, содержащийся в потоке, полностью перемещается, не оседая на дно трубопровода. Таким образом, транспортирование частиц грунта в дренажных трубопроводах при гидродинамическом способе очистки должен происходить при критических скоростях движения пульпы.

При проектировании сетей в коммунальном хозяйстве критические скорости называются также самоочищающими или незаиляющими и являются минимально допустимыми.

$$V \quad :$$

$$V = A\sqrt[n]{R}, \quad (5.27)$$

$$A = 1,57;$$

$$n = 3,5 + 0,5R;$$

$$R$$

**5.5. Значения минимальной незаиляющей скорости
в дренажных трубопроводах диаметром 75–125 мм при их наполнении $h / d = 1$
и расположении напорного рукава диаметром 28 мм**

75	100	125
0,012	0,018	0,024
0,44	0,50	0,54

$$V_{\min} = 12,5 \omega_0 R^{0,2}, \quad (5.28)$$

0 —

’,

.6.

**5.6. Расчетные значения минимальной незаиляющей скорости
в дренажных трубопроводах диаметром 75–125 мм при их наполнении $h / d = 1$
и расположении напорного рукава диаметром 28 мм**

		75	100	125
		0,012	0,018	0,024
		0,25	0,27	0,16
		0,65	0,73	0,43
		1,75	0,139	0,71
			0,78	0,82

$$V = 1,57 \sqrt[3,52]{0,0375} = 0,62$$

$$(5.28), \quad \quad \quad ,$$

$$:$$

$$V_{\min} = 12,5 \quad \quad \quad 0,0375^{0,2} = 0,47 \quad .$$

$$h / d \quad \quad \quad 150 \quad \quad \quad] .$$

$$] .$$

$$V \, = \frac{0,208d^{0,05}}{0,68\left(\frac{h}{D}\right) - \frac{h}{D} + 1}, \tag{5.29}$$

$$\begin{matrix} d \\ h \\ D \end{matrix} \quad \quad \quad ;$$

$$V \quad \quad \quad h / d$$

$$V \, = \frac{0,208 \cdot 0,0001^{0,05}}{0,68 - 1 + 1} = 0,19$$

$$V \, = \frac{0,208 \cdot 0,00025^{0,05}}{0,68 - 1 + 1} = 0,20$$

,

,

,

].

$$d_0 / D$$

$$d_0 = 0,25$$

$$\begin{array}{c} D \\ C \end{array}$$

$$V = 8,3\sqrt[3]{D}\sqrt[6]{C\Psi}, \quad (5.30)$$

$$C = \frac{\gamma}{\gamma - \gamma}, \quad (5.31)$$

$$\gamma = \frac{n\gamma + \gamma(1-m)}{n+(1-m)}, \quad (5.32)$$

$$m = \frac{\gamma - \gamma}{\gamma}, \quad (5.33)$$

3.

3

3

5.31) (5.33

5.7. Расчетные значения основных показателей гидротранспорта песчаных отложений

	3	3			
	2,66	1,32	0,50	1,11	0,066

(5.30),
5.8).

5.8. Коэффициент транспортабельности Ψ в зависимости от фракций частиц грунта

	0,05 0,10	0,10 0,25	0,25 0,50	0,50 1,00	1,00 2,00	2,00 3,00	3,00 5,00
	0,02	0,20	0,40	0,80	1,20	1,50	1,80

(5.30),

5.9. Критическая скорость транспортировки гидросмеси песчаных отложений в дренажных трубопроводах диаметром 75–125 мм

	75		100		125	
	0,05 0,10	0,10 0,25	0,05 0,10	0,10 0,25	0,05 0,10	0,10 0,25
	1,15	1,71	1,26	1,87	1,37	2,03

$$V = 32\sqrt{D^3(\gamma - 1)\omega \alpha}, \quad (5.34)$$

D

3,
;

.

$$\alpha=\left[\frac{d_{0-80}}{(0,5d\ +0,8)d}\right]^{0,2}.$$

0,1

d

3

$$=\left[\frac{0,14}{(0,5\cdot 0,18+0,8)\cdot 0,18}\right]^{0,2}=0,97.$$

$$V\ =32\sqrt{0,075}\sqrt[3]{(1,11-1)\cdot 0,017\cdot 0,97}=1,07$$

2]:

$$V\ =4,9S^{0,36}\left(\frac{\sqrt{gD}}{\sqrt[4]{C_\phi}}\right),\tag{5.35}$$

S
 g
 C

i

).

**5.10. Коэффициент транспортабельности Ψ_i
в зависимости от фракции частиц грунта**

	i		i		i
40 80	1,70	5 7	1,90	0,50 1,00	0,75
20 40	1,80	3 5	1,75	0,25 0,50	0,40
10 20	2,00	2 3	1,50	0,10 0,25	0,10
7 10	1,95	1 2	1,20	0,10	0,02

$$\Psi_i = \frac{C_i}{C} \quad , \quad \frac{C}{C} = 3,41.$$

$$D = \frac{S}{0,25} \quad (\quad \Psi_i = 0,1; \quad C = 21,7);$$

$$\frac{75}{0,10 \cdot 0,25} \quad 0,5$$

$$\Psi_i [12] \quad C \quad i,$$

$$0,02. \quad 0 \quad C \quad),$$

$$i \quad C \quad i, \quad ,$$

$$0 \quad 0,10$$

$$C ,$$

$$, \quad ,$$

$$C \quad 5$$

$$0,05 \quad 0,10 \quad C \quad 108,5:$$

$$V = 4,9 \cdot 0,066^{0,36} \left(\frac{\sqrt{9,81 \cdot 0,075}}{\sqrt[4]{108,5}} \right) = 0,50$$

$$0,025 \; 0,250$$

$$\begin{array}{ccc} & 0,10; \; 0,10 & 0,50 \\ 3 & & \begin{array}{c} 3 \\ 3 \end{array} \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc} & (5.31) \; (5.34), & \\ 3 & 2. & \end{array}$$

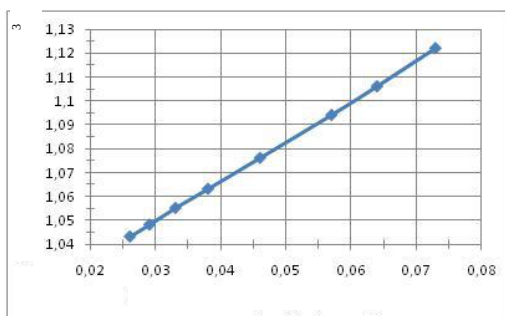
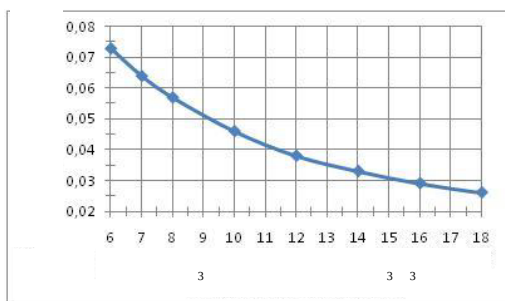
$$5.9.$$

$$d$$

$$D$$

$$D \; = \; (D^2 - d^{\; 2})^{1/2}. \tag{5.36}$$

$$5.12.$$

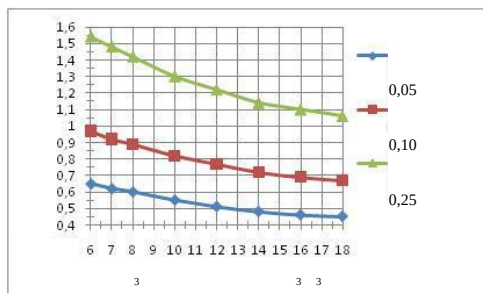
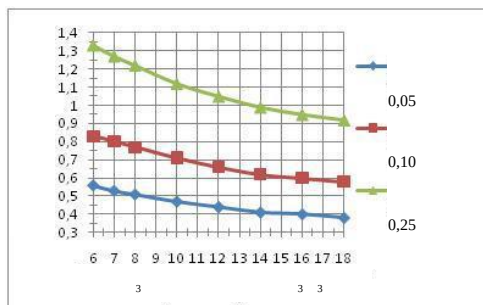
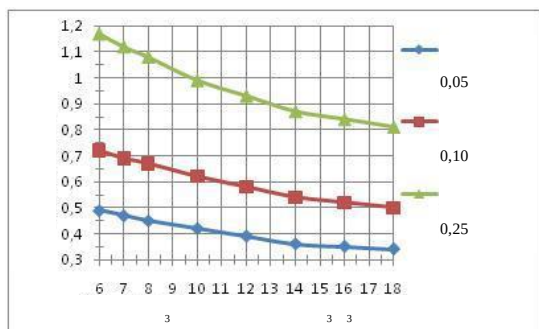


. 5.9.

,

0,50

$$V = 4,9 \cdot 0,03^{0,36} \left(\frac{\sqrt{9,81 \cdot 0,05}}{\sqrt[4]{3,41}} \right) = 0,73$$



,

5.4. Промывка дренажных трубопроводов с применением установки промывки дренажа УПД-120

-

-120

-

-

3

-

3,
,

-

-

[13].

-

-120.

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

3,
,

-

-

.

-

.



-120

-6



-120

-

-

,

-

-100.



-1

-6

,

).

**5.11. Объем наносов в зависимости от степени заиления
и диаметра трубопровода на 100 м коллекторно-дренажной сети, м³**

%							
	50	75	100	125	150	175	200
10	0,02	0,04	0,08	0,13	0,18	0,24	0,31
20	0,04	0,09	0,16	0,26	0,35	0,48	0,63
30	0,06	0,13	0,24	0,38	0,53	0,72	0,94
50	0,10	0,22	0,39	0,64	0,88	1,20	1,57
70	0,14	0,31	0,55	0,79	1,24	1,69	2,20
80	0,16	0,35	0,63	1,02	1,41	1,92	2,50

1:16

).

**5.12. Расход воды, в зависимости от степени заиления
и диаметра дренажного трубопровода, необходимый для промывки
100 м коллектора, м³**

	30	30 50	50
75	1,5 2,0	2,0 3,0	3,0 4,5
100	2,5 3,5	3,5 5,5	5,5 6,5
125	3,5 5,5	5,5 9,0	9,0 11,5
150	5,0 7,5	7,5 12,5	12,5 15,0
175	7,5 10,0	10,0 17,0	17,0 21,0
200	9,5 13,0	13,0 22,0	22,0 27,0

2

40 60

,

0,25³.

3).

5.13. Калькуляция затрат труда на промывку гончарного дренажа машиной УПД-120 (промывка дренажа из гончарных труб диаметром 100 мм)

			-	-		-
-	.	1,0	0,77	0,38	- ,	1 2
	.	1,0	0,33		-	2
		1,0	2,87	1,43 + 1,43 (2,87)	-	2 2
		1,0	0,37	0,18	-	2 1
	.	1,0	0,20		-	2
	.	1,0		0,17		1

- ;

- -120, - ;
- ,
-
-
- -120,
- ;
- ;
-
-
-

5.5. Двухэтапная технология очистки дренажных трубопроводов от заиливания гидродинамическим способом

Технологический процесс заключается в следующем:

-
-
-

-100;

-1;

•

1	2	3	4
1	1. -100 2. -100. 3. 4. 5. 6.	-100; -1; 3	2 , 1

5.14

1	2	3	4
2		-120;	1 , 1)

**5.15. Примерная норма эксплуатационного времени
на промывку керамического трубопровода диаметром 100 мм установкой УПД-120**

	30		30 50		50	
	-	-	-	-	-	-
	0,89	0,89	1,06	1,06	1,31	1,30

-100,

-

38,7 %.

5.16. Сравнительные затраты труда и эксплуатации механизмов

			%
	2		
-	4,54	3,78	16,8
	0,78	0,64	
-	5,68	3,48	38,7
	2,52	0,9	

5.6. Режимы очистки дренажных трубопроводов от заиления гидродинамическим способом с применением нового конструктивного решения промывочных насадок

,

- 0
- 20
- 30

0,250

:

$$V = \varphi \sqrt{2gH}, \tag{5.37}$$

V –

H – , .

:

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt{1+\xi}}. \tag{5.38}$$

, ,

:

$$\xi = 0,51 \left(1 - \frac{\omega_2}{\omega_1} \right), \tag{5.39}$$

$$\frac{\omega_2}{\omega_1}$$

2

F

$$F = qV, \tag{5.40}$$

3,

$$\frac{q}{V}$$

.

$$q = \frac{Q}{n}, \tag{5.41}$$

$$\frac{Q}{n}$$

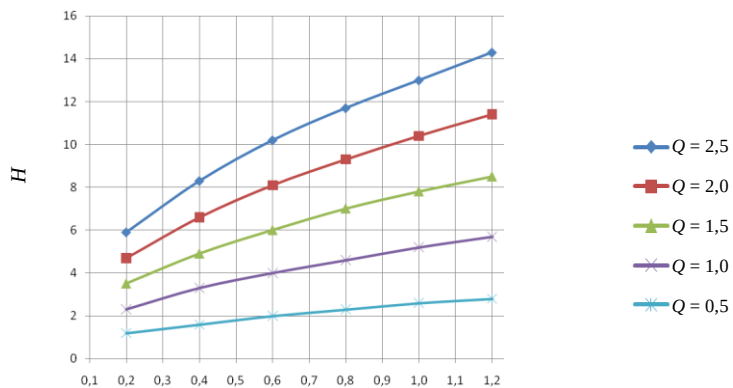
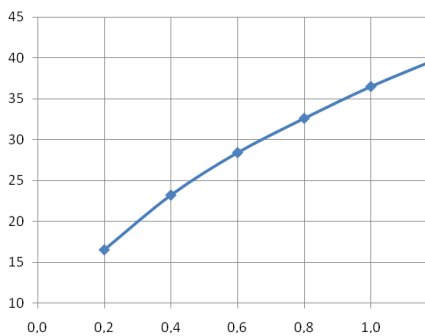
.

.

5.17. Скорость и сила струи воды при выходе из насадки в зависимости от ее расхода и напора

	20	40	60	80	100	120
	16,5	23,2	28,4	32,6	36,5	39,7
$H \quad Q = 0,5$	1,2	1,6	2,0	2,3	2,6	2,8
$Q = 1,0$	2,3	3,3	4,0	4,6	5,2	5,7
$Q =$	3,5	4,9	6,0	7,0	7,8	8,5
$Q =$	4,7	6,6	8,1	9,3	1,0	41,14

5.16, 5.17.



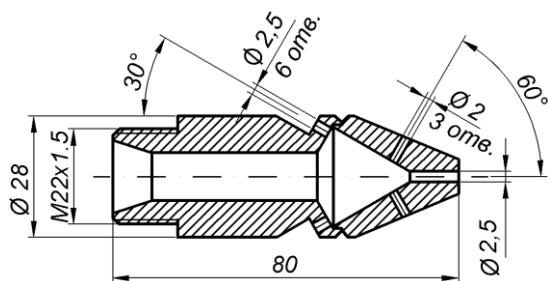
n

d

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi n V}}. \quad (5.42)$$

-

5.18.



-120

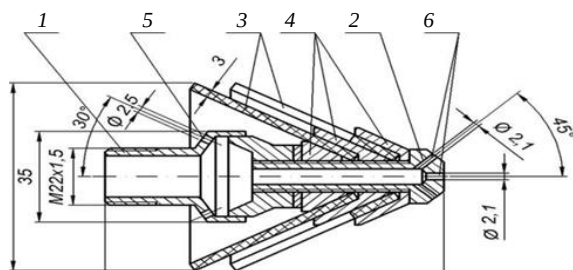
5.18. Сравнительные характеристики параметров промывочных насадок на установке промывки дренажа УПД-120

	4 6	4 6	1 6		
max	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
	300	300	300	300	300
	15	20	20	20	20
	6	6	6	6	6 + 6
	2,5	2,5	2,8	2,0	2,0
	1 + 3	4	1	4	
		2,0	3,5	2,0	
	4,75	4,03	4,12	3,52	4,48
	0,25	0,97	0,82	1,48	0,51
	0,76	1,50	1,54	1,39	1,60
:	0,25	0,45	0,32	0,55	
	0,50	1,05	1,22	0,84	1,60
	18,1	35,8	33,0	44,1	26,1
<i>H</i>	1,0	4,0	10,5	6,1	
<i>H</i>	1,6	6,3	6,7	6,1	2,1 4,8

$$Q=\left(\frac{\pi d}{4} \frac{n}{n}+\frac{\pi d}{4} \frac{n}{n}\right) V, \tag{5.43}$$

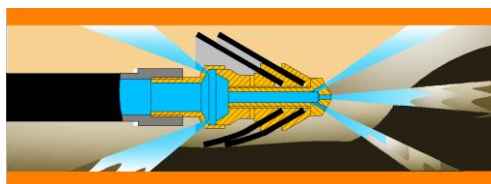
d
 n
 d
 n

-120 ,

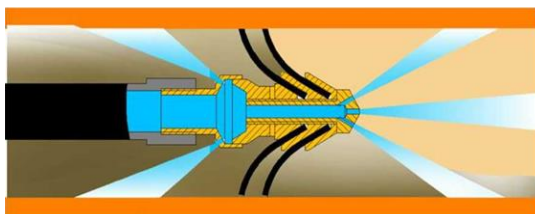


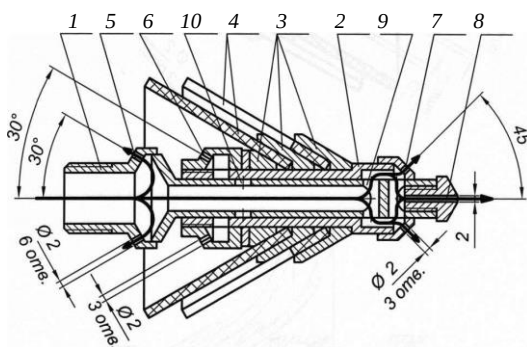
1 2 3 1 4. 5 6.

).

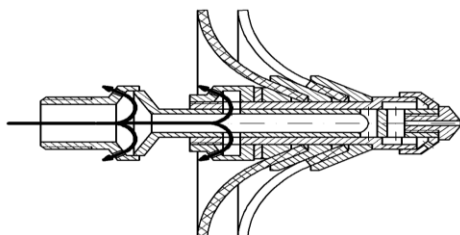


5.20.





5.22.



2 1 2

3
 5, 6 7, 8 4 2
 9 10. 4
 2
 9 1 7 8.
 10 6 5.21 5.23,
 4 2
 9
 7, 8 10
 6.

-

-
0,014 0,020

40 %

0,05
 -
 -
 ,

W,

$$W = \omega \varepsilon l, \tag{5.44}$$

2.

$$U_2 = U_1 + Q \frac{h}{d} \quad (5.19)$$

5.19. Расчетные значения
подачи живого сечения дренажных трубопроводов диаметром 75–125 мм
в зависимости от степени их наполнения водой и расположения
в полости промывочного рукава диаметром 28 мм

h / d		75	100	125
		w / d^2		
0,1	5			
0,2	14			0,0724
0,3	25	0,0887	0,1366	0,1588
0,4	37	0,1839	0,2318	0,2540
0,5	50	0,2832	0,3311	0,3533
0,6	63	0,3826	0,4305	0,4526
0,7	75	0,4777	0,5257	0,5478
0,8	86	0,5641	0,6120	0,6342
0,9	95	0,6351	0,6829	0,7051
1,0	100	0,6759	0,7238	0,7460

$$U_2 = Qt, \quad (5.48)$$

$$U_1 = l, \quad (5.49)$$

$$U = U_1 + U_2. \quad (5.50)$$

h

(5.14) (5.22)).

1 2).

,

.

1

.

-

$$k$$

$$k=\frac{V}{V_{\rm +}V},\tag{5.51}$$

$$\frac{V}{V} \qquad \qquad \qquad {}^3);$$

$${}^3).$$

$$V=\frac{V_{\rm B}k}{1-k}.\tag{5.52}$$

5.20.

%

**5.20. Объем выноса твердой составляющей песчаных отложений
при применении промывочного рукава с внутренним диаметром 15 и 20 мм
с использованием типовой промывочной насадки**

	15			20		
	0,1	0,35		0,1	0,35	
	0,026	0,026	0,039	0,03	0,08	0,048
	1000	286		1000	286	
	1286			1286		
3	0,76	0,22		1,5	0,43	
3	0,98			1,93		
3	0,46	0,07	0,45	1,04	0,13	0,76
3	0,98			1,93		
3	0,012	0,002	0,018	0,032	0,004	0,036
3	0,032			0,072		

20

0,08.

-

-
-).

5.21. Объем выноса твердой составляющей песчаных отложений с использованием насадок промывочных мягких НПМ-80 и РНПМ-80

	-80 1)			-80 2)	
	0,1	0,6		0,1	0,6
	0,03	0,03	0,08	0,03	0,08
	1000	167		1000	167
	1167			1167	
3	1,50	0,25		1,39	0,27
3	1,75			1,66	
3	1,04	0,08	0,63	0,93	0,73
3	1,75			1,66	
3	0,032	0,002	0,050	0,028	0,058
3	0,084			0,086	

**5.22. Сравнительный анализ насадок промывочных
по режиму продвижения и эффективности очистки**

			3	
			3	
	0,1	0,35	3,06	67,0
	0,1	0,35	2,68	29,8
- 1)	0,1	0,60	2,08	23,15
- 3)	0,1	0,60	1,93	22,62
- 1)	0,3	0,25	1,62	18,0
- 3)	0,3	0,25	1,46	15,7

-

3

1,5

2,9

-

2,1

,

-

-

,

.

(5.35).

-

5.12

-

-

-

-120

38,7 %.

-

%

Контрольные вопросы

- 1.
- 2.
- 3.

- 4.
5. -120.
- 6.
7. -1 -6?
- 8.
- 9.

6. ОЧИСТКА ЛИНЕЙНЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ОТ ЗАИЛЕНИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

6.1. Обследование водопропускных гидротехнических сооружений средствами видеоконтроля

-



1

2

6.1. Технические характеристики КСД-160У

	75
	100
	12
	4
	120
	140
	80
	3
	500
	380
	240
	15
	1 (2)

Подготовительный этап

-

-

-

-

-

с

-

-

-

-

-

-

-

;

-

-

-

-

—

—

—

$$\vdots$$

—

■

1

1

—

—

-1

6.3.

—



a



б



в



г



д



е

6.2.

д, е

в, г

-

-

б

-

а

%



a



б



в



г



д



е

6.3.

- *a, б*
в, г
д, е -

-

6.2. Очистка линейных гидротехнических сооружений гидродинамическим способом

-

-75.

-1.

,

,

-2,



-30

-1

3



-30

-

3

6.2.

**6.2. Примерная норма времени на размыв отложений
в трубах-регуляторах и трубах-переездах установкой УПК-30
(состав исполнителей – 2 рабочих)**

			-
	3	1,0	0,87
	3	1,0	0,48
	3	1,0	1,35

-30

- 6.6).



6.6. Установка промывки трубопроводов УПТ-75

-

-

6.3.

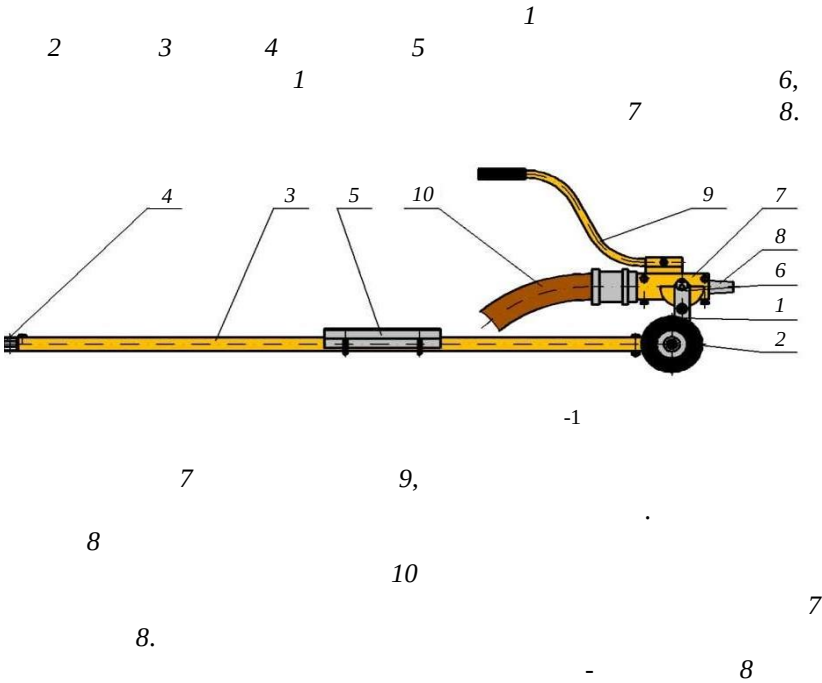
6.3. Техническая характеристика мотопомпы МП-90С

	28
	6
	20
	-7
	6,6
	2,1
	8
	75
	20
	75

, :	640
	510
	570
	63
	2
³	1400 (84)

-

-



-30

- -3 6.4.

6.4. Основные характеристики гидромонитора ГМ-1

-30	50	13	23	1930; 380; 580 (1130)	26
-75	75	19	40		
	50	13	23		

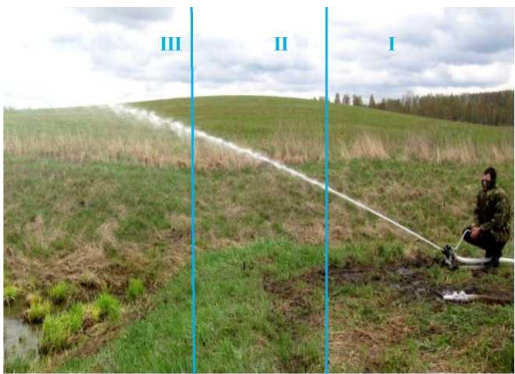
-75

50

- -

(I);
(II))

(III))



-75 -1

L

$$L = 0,15\sqrt[3]{\alpha d H^{2/3}}, \tag{6.1}$$

d
 H

H

P

$$H = \frac{v^2}{2g}$$

$$P = \frac{\gamma}{g} w v^2, \tag{6.2}$$

v
 g
 w

$2;$
 $3;$
 2

6.5.

6.5. Основные характеристики установок УПК-30 и УПТ-75 по истечению струи воды из насадки

					-	
-30 (HONDA 20XT)	13	50	163	20,5	21,4	5,7
	23	50	375	15,0	11,5	9,6
-75 -	19	75	267	15,7	12,6	7,1
	40	75	750	9,9	5,0	12,7
	13	50	164	20,6	21,0	5,7
	23	50	427	17,1	15,0	12,4

- -75

6.6. Сила удара струи воды при работе установок УПК-30 и УПТ- 75 в зависимости расстояния от насадки

			5	10
-30 (HONDA 20XT)	13	50	6 9	5 7
	23	50	8 11	7 9
-75 -	19	75	10 11	4 7
	40	75	12 13	
	13	50	8 9	6 7
	23	50	12 13	10 11

6.7.

6.7. Дальность полета компактного участка струи воды, исходящей из насадки, в зависимости от угла ее наклона к горизонту

			2	4	6	8	10
-30 (HONDA 20XT)	13	50	9,4	11,9	13,6	15,0	16,1
	23	50	7,6	9,5	10,9	12,2	12,9
-75 -	19	75	7,5	9,5	10,8	11,9	12,9
	40	75	5,2	6,6	7,6	8,3	9,0
	13	50	9,5	12,0	13,7	15,1	16,3
	23	50	9,0	11,3	13,0	14,3	15,4

- -

6.7).

HONDA 20XT

-

.

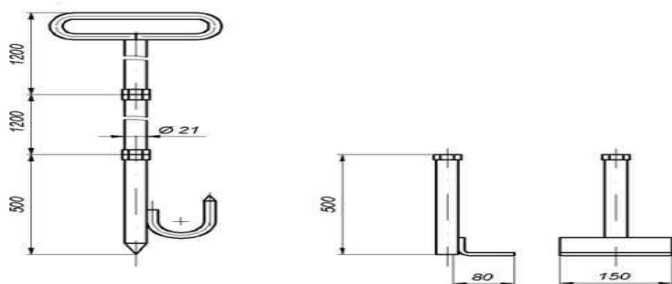
6.10).



-



6.11).



$\frac{1}{2}$ $\frac{3}{4}$



6.13.

,



-

-

6.8.

6.8. Затраты труда на очистку трубчатых водопропускных сооружений от заиления с применением установки УПТ-75 по сравнению с очисткой ручным способом

		0,6	0,8	1,0	1,2	1,5
		-				
	71-25	4,23	5,39	7,30	9,20	11,90
	3	1,70	2,10	2,50	2,74	3,10
-75	-75	3,59	4,43	5,55	6,08	6,88
		15,1	17,8	24,0	33,9	42,2

-75
42 %.

40 %.

Контрольные вопросы

- 1.
- 2.

3.

4.

5.

6.

-75.

**7. УПРАВЛЕНИЕ ДОЖДЕВАНИЕМ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЕ
УСЛОВИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОЙ ПРИБЫЛИ
ОТ ОРОШЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

**7.1. Показатели, необходимые для расчета текущего содержания
влагозапасов в почве**

3.

Excel,

долгосрочной информацией

-

Полная влагоемкость почвы W

Наименьшая влагоемкость W_m –

Объемная масса

Биотермические коэффициенты

Поливная норма (нетто) m

поливная норма (брутто)

краткосрочной информации :
- начальные почвенные влагозапасы W_1

- предполивные влагозапасы W

- метеорологические показатели
 P

t_m

Измерение показателей, характеризующих текущие метеорологические условия на орошаемом участке.

2

2.

3

3

,

-

ного периода. дату начала расчет-

: 11 апреля в южном и 21 апреля в северном регионах Беларуси (первый вариант).

W_1)

Определение объемной массы, влажности и влагозапасов почвы.

$$\gamma = \frac{M_1 - M_0}{V}, \quad (7.1)$$

M_1

;

M_0
 V

³.

(

$$v = \frac{M_2 - M_1}{V} 100, \quad (7.2)$$

M_2 M_1 —

.

$$= (\quad_{10} + \quad_{(10 \ 20)} + \quad + \quad + \quad_{(40 \ 50)}) / 5, \quad (7.3)$$

(0 10), , (40 50)

, 10 20, 20 30, 30 40,

40 50 , %;

5

Влагозапасы почвы, соответствующие наименьшей влагоемкости.

30

6

3

3

-

20, 20 30, 30

$$W = 0,1 \quad (\quad)h, \tag{7.4}$$

(7.3

h

$$W_1^{7.2.}$$

$$W_1 = (0\ 10)^+ + (10\ 20)^+ + (20\ 30)^+ + (30\ 40)^+ + (40\ 50)^+ \tag{7.5}$$

$$W_1$$

$$(0\ 10)^+ , \quad (40\ 50)$$

$$20\ 30, 30\ 40, 40\ 50 : 0\ 10\ 20, \%$$

,

$$v = \frac{M_2 - M_1}{M_1 - M_0} 100, \tag{7.6}$$

$$M_2 - M_1$$

$$M_0$$

;

$$= . \tag{7.7}$$

7.2. Исходные данные для водобалансового расчета режима орошения сельскохозяйственных культур

-

-

-

-

-

RV-1502).

-1)

Характеристика орошаемых почв по гранулометрическому составу.

-
-
-
-
-
-
-

полной влагоемкости почвы наименьшей
влагоемкости 7.2).

7.1. Ориентировочные значения влагозапасов почвы при насыщении до полной влагоемкости (ПВ), мм

	0	0	0	0
	125 135	175 185	225 235	450 470
	135 145	185 195	235 245	470 490
	145 155	195 205	245 255	490 510
	155 165	205 215	255 265	510 530
	240 260	320 340	420 440	840 880

Начальные влагозапасы почвы

-

7.2. Ориентировочные значения влагозапасов почвы при наименьшей влагоемкости (НВ), мм

	0	0	0
	50	62	75
:	65	82	100
	80	105	130
:	95	125	160
	110	145	180
	120	155	200
	125	165	210
	180	245	320

m

7.3. Максимальные поливные нормы (нетто) с учетом окультуренности почв, мм [14]

	20	15	10
	30	25	20
	35	30	25
	40	35	30

Предполивные влагозапасы W

:

$$W \quad W \quad m$$

$$\begin{matrix} W \\ W_{\text{н}} - \\ m \end{matrix}$$

7.3. Алгоритм водобалансового расчета режима орошения сельскохозяйственных культур

$$\begin{aligned}
 & (P_i + m_i) \quad (E_i + i + i) \\
 & i - \\
 & P_i \quad i-e \\
 & m_i - \quad i-e \\
 & E_i - \quad i-e \\
 & i \quad i-e \\
 & C_{Bi} \quad i-e \\
 & W_i \quad W_i \quad P_i \quad m_i \quad E_i \quad i \quad i \quad (7.8) \\
 & W_i \quad i-x \\
 & W_i \quad i-x \\
 & .8 \quad 1 \\
 & m
 \end{aligned}$$

$$m_i > 0, \quad m_i = 0, \quad m_i = 0.$$

начальные влагозапасы почвы в первые сутки рас-
чета W_1

$$W_j = W_{(i+1)}$$

Водопотребление

$$\text{Максимальное водопотребление} \quad E_{mi} ($$

$$E_{mi} = \frac{1}{10} k_{ti} \sum_{i=9}^i t_{mi}, \quad (7.9)$$

10

$$k_{ti} -$$

i-e

$$t_{mi} -$$

i-e

;

$$\sum_{i=9}^i t_{mi}$$

),

i

$$E_{mi} = \frac{1}{i} k_{ti} \sum_1^i t_{mi}. \quad (7.10)$$

[14]

$$E_i = \psi_i E_{mi}, \quad (7.11)$$

$$E_{mi} = \frac{1}{2} \left(\frac{W}{W_i} - 1 \right)^2 \quad (7.12)$$

$$\psi_i = \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{W}{W_i} - 1 \right)^2 \right]. \quad (7.12)$$

$$C_i = C_{Bi} m_i,$$

$$W_{HB} = W - 1,5m, \quad (7.13)$$

$$W = W - 1,5m, \quad (7.13)$$

$$m -$$

i -е W_i .

W_i W_i .

Результаты сравнения могут быть следующими.

Первый случай. i -е

$$W_i < W_i, \quad (7.14)$$

W_i i -е

$$W_i = W_i + P_i - iE_{mi} + m, \quad (7.15)$$

$W_i -$

W_i

$P_i E_{mi}$ i -е
 $m -$

Второй случай.

$$W_i = W_i + P_i - W_i. \quad (7.16)$$

.8

$m_i,$

i

i

W_i

$$W_i = W_i + P_i - iE_{mi}. \quad (7.17)$$

Третий случай.

$$W = W_i + W_{\text{.}} \tag{7.18}$$

$$W = (W_i - E_{mi}) + W_{\text{.}} \tag{7.19}$$

:

$$W_i = W_i - E_{mi} + P_i - C_{Bi} \tag{7.20}$$

$$.20 \qquad i$$

$$_i \quad W_i - E_{mi} \quad W \quad \frac{z}{Z}^a \quad P_i \quad \frac{z}{Z}^b$$

$$z -$$

$$z < Z, \qquad z = 1);$$

$$Z -$$

$$a, b$$

$$b = \qquad a = 0,5;$$

$$a = 0,11; b = 0,5).$$

$$a = 0,25; b$$

- ;
- 2 ;
- ;
-
-

$$W_i \quad i \quad W, \\ W_i > W. \quad (7.21)$$

$$i \quad : \\ i = W_i - W. \quad (7.22)$$

$$: \\ W_i = W_i + P_i - E_{mi} - C_i - C_i. \quad (7.23)$$

$$W_i < W. \quad (7.24)$$

Для заблаговременного планирования начала очередного полива

$$W_i \quad E_i$$

$$N_i = \frac{W_i - W_{\text{пл}}}{E_i}, \quad (7.25)$$

$N_i -$

$$W_i \quad i-x$$

W

(7.13

E_i

(i-

.25).

[14]

Excel

).

7.4. Особенности орошения овощных культур

выполняют в дату, предшествующую посеву (посадке) орошаемой культуры.

рассадных культур

$(W < W_H < W_{HB}).$

10

Раннюю и среднеспелую капусту

Поздняя капуста

столовых корнеплодов

Свекла столовая

-

Картофель

,

лука

-

8. КАПЕЛЬНОЕ ОРОШЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ОТКРЫТОГО ГРУНТА

8.1. Общие положения

-

-

8.1).



a



б



в

a *б* ; *в*

60

30

8.2).



0,7 0,3 0,5 :

8.2. Элементы системы капельного орошения

8.3):

- *источник водоснабжения*
- *насосная станция и водозабор*
- *станция водоподготовки*

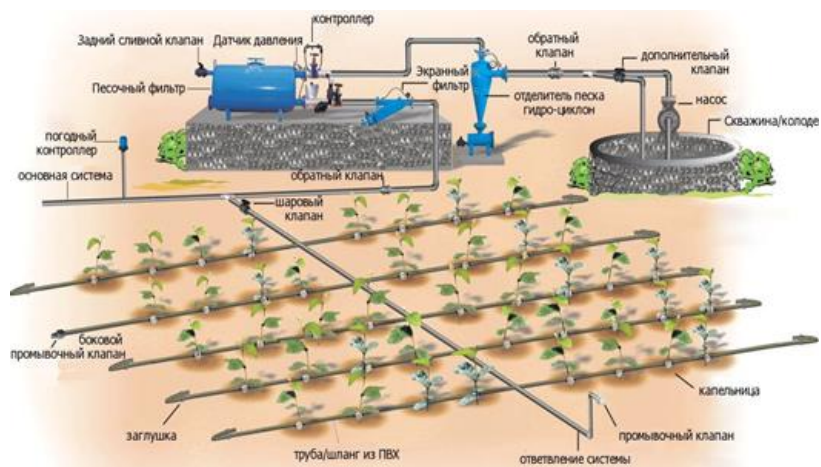
- *узел внесения удобрений*

- *контроллер*
- *регулятор давления*

- *оросительные трубки или ленты*

;

- эмиттеры



8.4, а

. 8.4, б);

8.4, в

8.4, г).


$$\begin{array}{ccccccc} & & & & & :a & \\ \delta & & 1 & & 2 & & \epsilon \\ & & & 2 & & & \end{array} \quad \begin{array}{c} ; \\ ; \end{array}$$

8.3. Требования к источникам водоснабжения

$$I < \overset{-}{0,5} < I < +0,5.$$

$$I >$$

-
- .

-
-
-

- 5
2

-
1)

2)

3)

4)

5)

1)

2)

3)

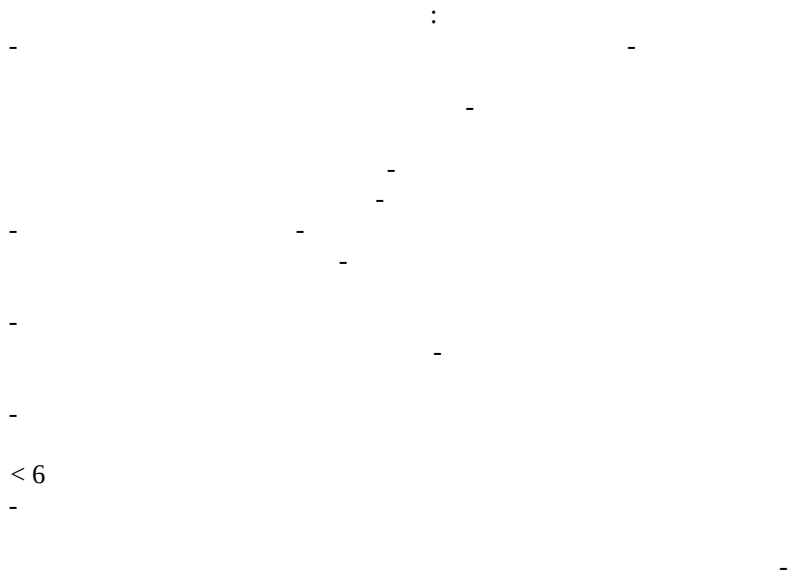
4)

-

-

.

-



8.4. Характеристика элементов системы капельного орошения

Водозабор и насосная станция

3

3

%).

	PEDROLLO		
SAER	Calpeda	Wilo	Speroni

Системы водоподготовки.

<i>готовки</i>	<i>станция водопод-</i>
----------------	-------------------------

-

-

-

-

-

,

,

,

,

-

,

-

Pentairwater, Fleck, Structural, X-Flow,
Yamit, Toray, Dorot, Ropv, Seko, Xylem, Etatron D.S
AZUD

-

$\frac{3}{4}$

3

Узел внесения удобрений.

-
-
-
-

r

).

-

3

Регуляторы давления.

*регуляторы давления с фиксированным
регуляторы с возможностью регули-
рования.*

Регуляторы с фиксированным давлением

3

Регуляторы давления с регулированием давления

3

Irritec.

Магистральные трубопроводы (напорные трубопроводы)

8.5).



8.5.

yflat

Разводящие (поливные) трубопроводы.

8.6).



a

Lin-0,2
a



б

б

8 mils

$\left(\frac{5}{8}\right)$
 $\frac{7}{8}$ $\frac{3}{8}$



a



б

a

б

16

.
40 mils
C

Grupo

LIN

,

VARDIT

VARDIT

VARDIT

VERED ,

,

,

-

.

LIN, VARDIT VERED

-

.

-

-

Капельницы

2,0

Встроенные капельницы.

,

8.8, *а*

,

4 %.

8.8, *б*

8.8, *в*



a

б



в

а, б

в)

соединительной фурнитуре

-

)

,

Запорная

Воздушный (вакуумный) клапан

)

Автоматика для систем капельного полива (контроллеры, клапаны, датчики).

-

)

$\frac{3}{4}$, 1,

8.5. Эксплуатация систем капельного орошения

1.

2.

3

3.

3

-

85 90

80

-

$$t = \frac{m}{qL}, \tag{8.1}$$

t
 m
 q
 L

3

3

$$t = \frac{m}{q}, \tag{8.2}$$

m

q

-

,

,

30 40 %.

Контрольные вопросы

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

9. АГРОМЕЛИОРАТИВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ НА МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕТРАДИЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ ПОЛИВНОЙ ВОДЫ

9.1. Агроэкологическая характеристика нетрадиционных источников орошения

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

9.1. Ориентировочный состав сточных вод некоторых предприятий агропромышленного комплекса

	5				K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NH ₄ ⁺	NO ₃	Cl	SO ₄ ²	PO ₄ ³	C
	2													
	470	360	1510	7,65	264	76	146,3	60,8	841	10,9	163	46,8	416	2538
	320	210	500	7,82	224	57,8	102,2	28	710	7	132,8	45,3	327	716
	32	180	2235	7,7	54	32	71	16	123	2,5	40	14	32	244
-	60	201		7,6	9,8	85,3	41,7	8,3	3,9	70	533	15,2	16,6	
		294		6,9	85	175	288	84	49	57	190	170	30	
		1215	1610	7	75	240	195	65	16	34	180	141	2,5	
4. -	83,5	198	589	7,3	17	104	44	39	8	6	97	112	1,8	
5.	2,8	5,58	284	7,45	12	30	18	24	0,36	1,7	15,6	15,8	0,9	
	2,1 4,5		1000	6,5 8,5	50	120	180	40	0,39 2,00	40 45	300 350	100 500	3,5	

$$M\,=\frac{C_{\rm c}M}{C},\tag{9.1}$$

$$M\,,\,M$$

$$C\,,\,C\,-$$

$$=\frac{{}_1W_1{}_2W_2}{{W_1}+{W_2}}\tag{9.2}$$

$$\begin{array}{llll} - & & {}^3, & \\ {}^1 & & {}^3, & {}^3, \\ W_1 - & & & \\ {}^2 & & {}^3, & \\ W_2 & & {}^3. & \end{array}$$

$$=\frac{\sum_i}{\sum C_i}\tag{9.3}$$

$$\begin{array}{l} \Sigma_i \\ \Sigma C_i \end{array} \quad (\mathbf{N}, \quad \mathbf{K}$$

- :

$$> 20 \text{ \%};$$

- :

$$= 10 \text{ } 20 \text{ \%};$$

- :

$$< 10 \text{ \%}.$$

-

$$\text{Mg}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) / \text{Na}^+ \leq 60 \text{ \%}; \quad (9.4)$$

-

$$100\text{Mg}^{2+} \quad \text{Mg}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) \leq 50 \text{ \%}; \quad (9.5)$$

-

$$\frac{\text{Mg}^{2+}}{3} \quad \frac{\text{Mg}^{2+}}{3} + \text{Mg}^{2+}) \leq 2,5 \quad - \quad (9.6)$$

-

$$\text{Na}^+ \quad \text{Mg}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) \leq 0,7 \quad -$$

$$\text{Na}^+ \quad \text{Mg}^{2+} \leq 1 \quad - \quad (9.7)$$

-

$$> 8,5.$$

9.2. Качественные показатели отдельных категорий сточных вод

			%	%
-	, %	7,65	2,7	29,4
		7,82	2,2	21,5
		7,70	2,7	18,4
-		7,60	0,6	16,6
-		6,90	2,1	22,5
		7,00	1,1	25,0
-		7,30	0,8	47,0
		8,50	60,0	50,0

9.3. Содержание тяжелых металлов в стоках свиноводческого комплекса
(РСУП СГЦ «Заднепровский», Витебская область)

	Cu	Zn	Pb	Cd
Цех разделения на фракции				
:	39,8	327,8	5,0	0,26
	31,6	295,0	2,4	0,22
	0,0505	0,1607	0,0077	0,0030
	0,1002	0,4044	0,0044	0,0004
Резервуары осветленных стоков (РОСы)				
	0,0325	0,0723	0,0075	0,0024
	0,2475	0,7649	0,0067	0,0010
	0,0081	0,0557	0,012	0,0029
	0,2818	1,1102	0,0088	0,0012
	0,0025	0,0055	0,0042	0,0007
	0,0007	0,0014	0,0009	0,00003

$$C_i = \frac{m_i}{V_i} \quad (9.8)$$

$$V_i = \frac{C_i - C_{i-1}}{C_i - C_{i-1}} \quad (9.9)$$

$$(9.9)$$

$$V_i = \frac{C_i - i}{i - C}, \tag{9.10}$$

$$V_i$$

$$C_i \leq i$$

$$C_i \leq i \tag{9.10}$$

$$1. \quad C_i \geq i$$

$$2. \quad C_i \leq i$$

$$3. \quad C_i < C_i$$

$$-$$

$$V_i = \frac{C_i - i}{i - C} \tag{9.11}$$

$$i$$

$$i$$

$$-$$

9.4. Коэффициенты потенциальной загрязняющей способности V_{ni} для различных категорий сточных вод

	5		K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	NH_4^+	NO_3	SO_4^{2-}	PO_4^{3-}	V_{ni}^{max}
	273,8	0,71	5,63			1,30	511,6			158,6	511,6
	185,6	0,07	4,57				431,7			124,4	431,7
	16,2		0,11				73,8			11,0	73,8
-	322,6						1,2	0,60		5,0	32,6
		1,72	0,92	0,61	0,67	2,75	28,6	0,29	0,83	10,2	28,6
		0,85	0,66	1,33	0,09	1,56	8,5		0,49		8,5
	46,5						3,7		0,14		46,5
	4,5	1000,00	50,00	120,00	180,00	40,00	2,0	44,30	100,00	3,5	

-

3 8

,

N NH₄

N_m

9.5. Содержание различных форм азота в органических удобрениях, %

	N _m	N _e	N _c
	10	46	44
	50	25	25
	51	34	15
	54	32	14
	80	9	11
	94	3	3

N :NH₄

150 3

240

1,3

100

6 10⁵

8

7

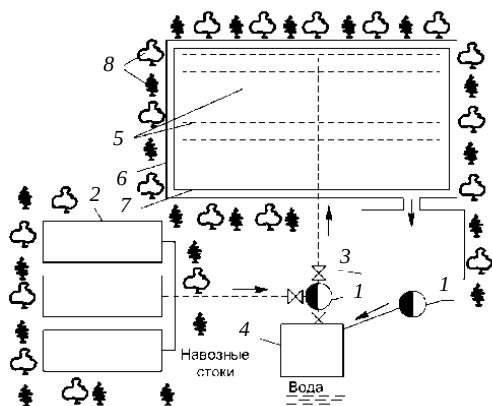
-

ARG *Cl. perfringens*.

9.2. Использование стоков животноводческих комплексов на мелиоративных системах

-

-



9.1.

1	-	2	-
3		4	5
6	-	7	8 лесополосы

-

-

,

-

-

.

12

10

9.6).

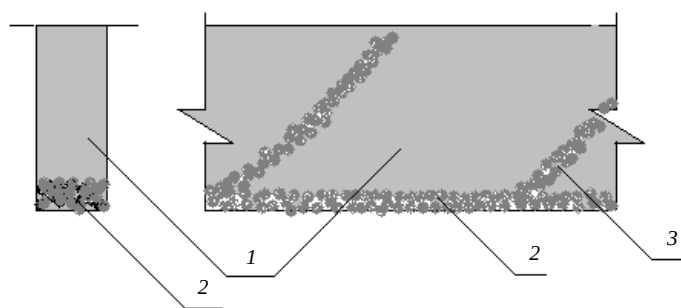
9.6. Схема опыта по изучению работоспособности поглощающего дренажа и агромелиоративных мероприятий

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

2

,8

20



1

3

2

-

-

6

25

4.

,

.

300

307

80 %

135

27

-

9.3. Влияние агроулучшающих мероприятий на свойства почвы при орошении

-

. 9.7

-

(20

-

-

-

0,25 0,05

**9.7. Гранулометрический состав почвы при удобрительном орошении
животноводческими стоками (средние данные за 1999–2014 гг.)**

	>0,05	0,05 0,01	0,010 0,005	0,005 0,001	<0,001	>0,01
Вариант 1 (без внесения стоков и агромерелиоративных мероприятий)						
0 20	11,4	61,6	8,2	8,2	10,6	27,0
20 40	12,2	63,2	6,4	6,9	11,3	24,6
40 60	13,5	62,5	5,6	5,9	12,5	24,0
Вариант 3 (поглощающий дренаж без агромерелиоративных мероприятий)						
0 20	12,6	60,4	9,5	8,2	9,3	27,0
20 40	11,9	64,2	7,1	6,2	10,6	23,9
40 60	14,2	62,8	5,2	3,6	14,2	23,0
Вариант 5 (поглощающий дренаж + рыхление)						
0 20	12,1	62,9	8,7	5,7	10,6	25,0
20 40	12,7	61,7	6,3	6,5	12,8	25,6
40 60	13,5	63,3	4,9	6,5	11,8	23,2
Вариант 8 (поглощающий дренаж с глубоким рыхлением и внесением соломы)						
0 20	11,8	60,8	7,9	11,1	8,4	27,4
20 40	13,5	61,7	6,8	3,4	14,6	24,8
40 60	14,1	62,9	4,6	4,3	14,1	23,0

**9.8. Влияние животноводческих стоков и мелиоративных мероприятий
на структурное состояние слоя почвы 0–20 см (средние данные за 14 лет)**

	1	3	5	8	1	3	5	8
>10	4,5	3,9	5,4	3,1				
10 0,25	72,9	76,8	77,3	82,4	27,4	31,4	32,6	37,2
<0,25	22,6	19,3	17,3	14,5	72,6	68,6	67,4	62,8

-

20

-

-

3

1,30

³

2010, 2014

2009

20

1,28

³

40

0,12

³

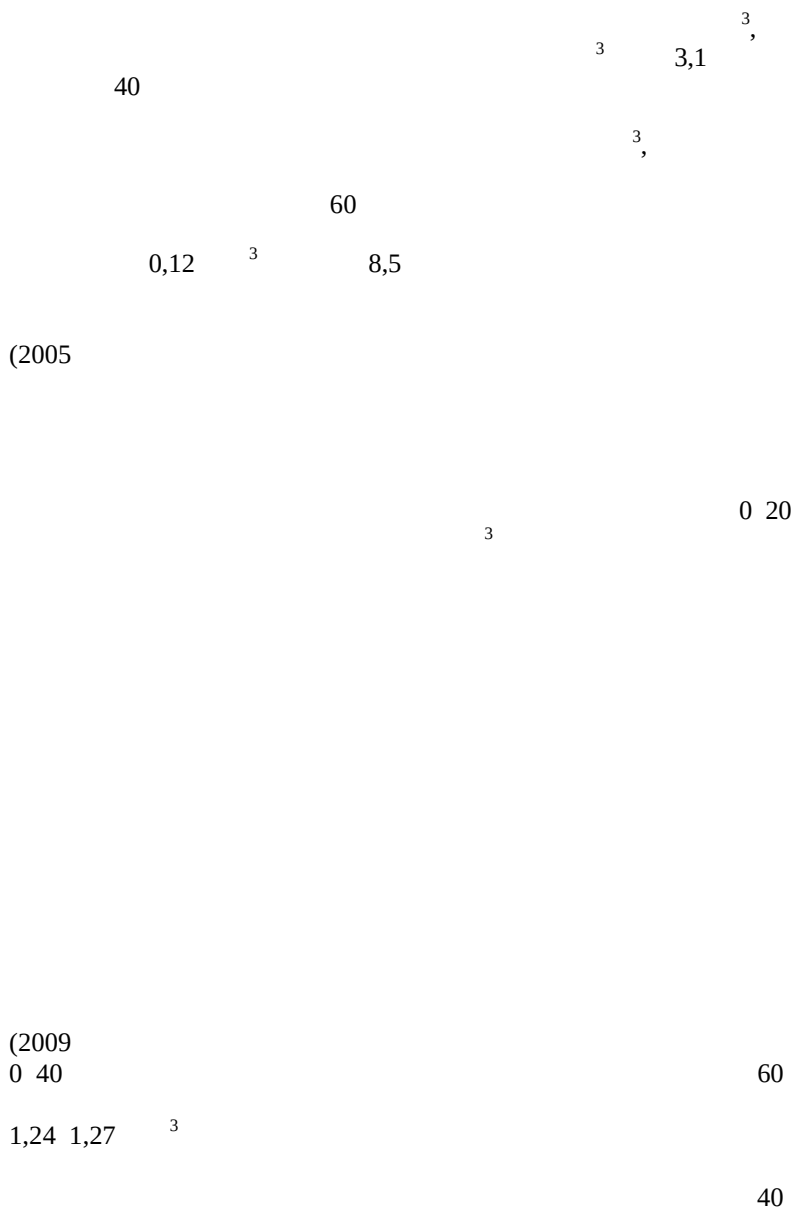
7,4

312

**9.9. Плотность сложения почвы при орошении
животноводческими стоками по вариантам опыта, г/см³**

	1	2	3	4	5	6	7	8
1999 г.								
0 20	1,25	1,28	1,27	1,26	1,26	1,24	1,23	1,22
0 40	1,36	1,38	1,37	1,30	1,28	1,36	1,28	1,26
0 60	1,41	1,42	1,41	1,38	1,31	1,40	1,34	1,29
0 100	1,45	1,45	1,44	1,42	1,38	1,44	1,41	1,37
2003 г.								
0 20	1,27	1,29	1,28	1,27	1,27	1,27	1,25	1,25
0 40	1,37	1,39	1,39	1,32	1,28	1,38	1,28	1,28
0 60	1,42	1,42	1,41	1,39	1,32	1,40	1,37	1,30
0 100	1,46	1,45	1,46	1,43	1,39	1,45	1,44	1,39
2005 г.								
0 20	1,28	1,32	1,31	1,30	1,28	1,26	1,26	1,26
0 40	1,37	1,40	1,39	1,38	1,36	1,38	1,37	1,35
0 60	1,41	1,43	1,42	1,42	1,40	1,42	1,41	1,39
0 100	1,46	1,46	1,45	1,43	1,41	1,45	1,43	1,40
2009 г.								
0 20	1,25	1,27	1,26	1,25	1,25	1,25	1,24	1,24
0 40	1,38	1,39	1,37	1,35	1,29	1,35	1,29	1,25
0 60	1,42	1,43	1,42	1,39	1,31	1,40	1,35	1,28
0 100	1,45	1,46	1,45	1,43	1,40	1,42	1,40	1,37
2010 г.								
0 20	1,26	1,28	1,28	1,26	1,25	1,26	1,25	1,24
0 40	1,39	1,40	1,38	1,35	1,30	1,37	1,33	1,28
0 60	1,43	1,43	1,42	1,40	1,32	1,42	1,38	1,30
0 100	1,45	1,46	1,45	1,45	1,44	1,45	1,44	1,40
2014 г.								
0 20	1,29	1,32	1,31	1,30	1,29	1,30	1,29	1,29
0 40	1,41	1,41	1,40	1,40	1,39	1,40	1,39	1,39
0 60	1,44	1,44	1,44	1,43	1,44	1,44	1,43	1,42
0 100	1,45	1,46	1,45	1,45	1,45	1,45	1,44	1,45

$$0,12 \cdot \frac{1,31}{3} = 7,1 \cdot 8,5$$



10,2 %.

0,04³,

0

6 5,0

7,1 8,6

0,12 0,07³

³ 9,1 %.

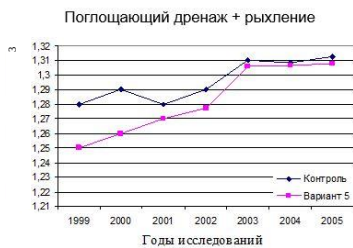
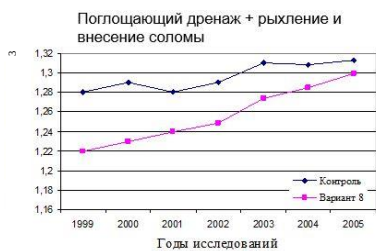
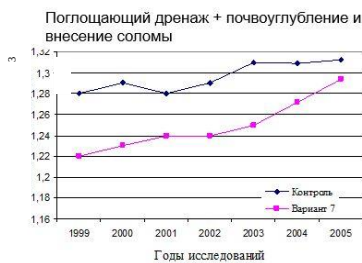
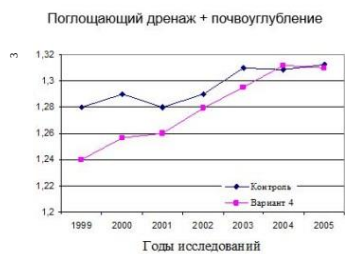
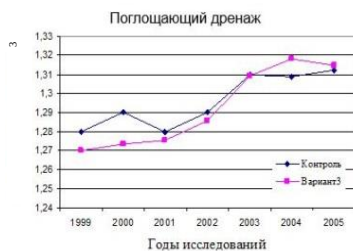
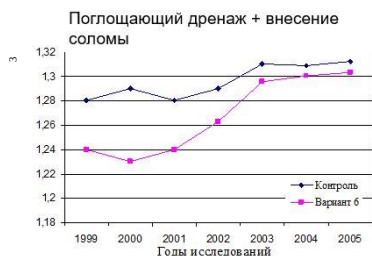
0 60

³

-

,

5 6



).

9.10. Изменение плотности сложения почвы на фоне
поглощающего дренажа и агромелиоративных мероприятий
при орошении стоками, г/см³

			-	
В год устройства				
	0 40	1,38	1,31	1,30
	0 60	1,42	1,38	1,34
	0 100	1,44	1,43	1,41
	0 40	1,29	1,29	1,26
	0 60	1,31	1,36	1,28
	0 100	1,33	1,41	1,36
Через 4 года				
	0 40	1,39	1,35	1,34
	0 60	1,42	1,40	1,39
	0 100	1,45	1,44	1,42
	0 40	1,33	1,32	1,30
	0 60	1,37	1,38	1,32
	0 100	1,40	1,43	1,40

3

60

1,28³

).

9.11. Пористость почвы при орошении животноводческими стоками по вариантам опыта, %

	1	2	3	4	5	6	7	8
В год устройства								
0 20	49,2	48,0	48,4	48,8	48,8	50,1	51,1	52,1
0 40	46,0	45,2	45,6	48,4	48,8	46,0	49,2	49,6
0 60	44,0	43,7	44,0	46,0	48,0	44,4	46,8	48,8
0 100	43,6	43,6	44,0	44,7	46,3	44,0	45,1	46,7
Через 3 года								
0 20	48,9	47,1	47,1	48,1	48,3	49,3	49,4	49,5
0 40	45,9	44,8	45,1	48,0	47,9	45,9	48,6	49,1
0 60	44,1	43,3	43,9	45,2	47,1	44,1	46,1	48,1
0 100	43,6	43,6	43,8	44,7	46,0	43,9	44,8	45,8
Через 6 лет								
0 20	48,8	46,3	46,7	47,6	48,2	48,8	48,9	48,8
0 40	45,6	44,4	44,8	46,8	47,6	45,2	48,0	48,4
0 60	44,0	43,3	43,7	44,9	46,4	43,7	45,3	46,4
0 100	43,2	43,2	43,6	44,5	45,1	43,5	44,3	45,5

52,1

20

48,0 49,2 %.

60

48,1

9.4. Биоинженерные сооружения по очистке сточных и возвратных вод

-

-

-

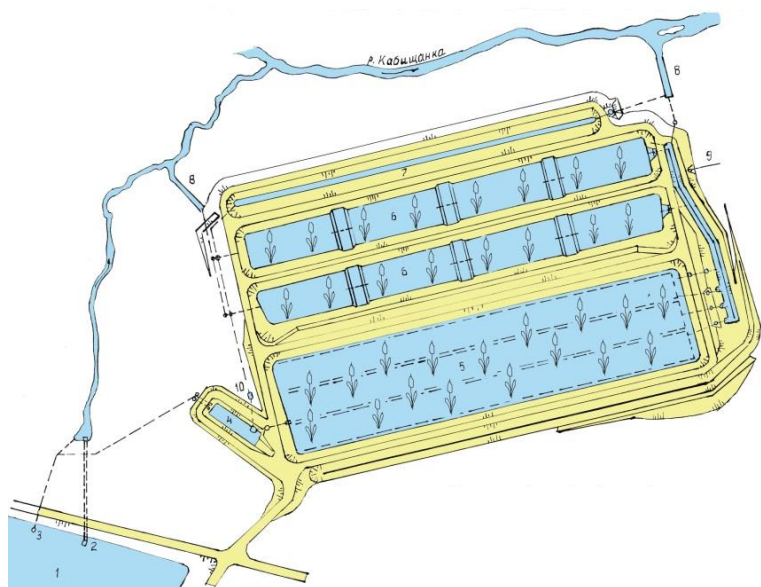
-

-

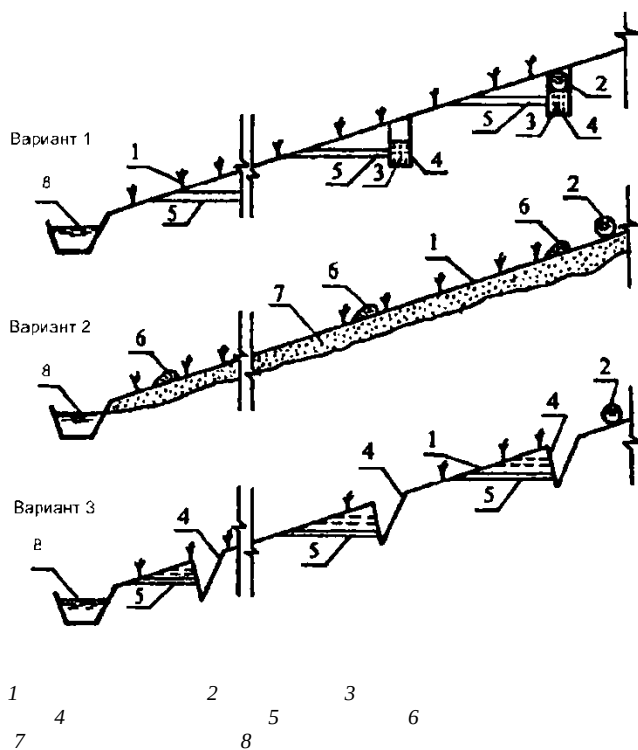
26 - 10 10 90

-
300
95 60 80 %, 5
2006).

20



2
 6 II; 7 3
 8
 10
 9
 : 1
 4 - 5 I;



0,6

$$B = t(i_1 \quad i_2)l, \tag{9.12}$$

B
 t
 i_1
 i_2
 l

10

0,1

0,2

**9.12. Параметры поливного участка сельскохозяйственного поля орошения
для очистки сточных и доочистки возвратных вод (1-й вариант)**

0,20	5	16 20	80
0,15	7	18 22	75
0,10	10	19 23	70
0,08	12	20 24	65
0,06	18	23 27	60
0,04	26	29 33	60

$$0,15 \cdot 0,25 \cdot 5) \cdot \frac{m}{2}$$

**9.13. Параметры поливного участка сельскохозяйственного поля орошения
для очистки сточных и доочистки возвратных вод (2-й вариант)**

0,02	8 12	30
0,04	8 12	50
0,06	8 12	75
0,08	6 10	100
0,10	6 10	130

$$2,0$$

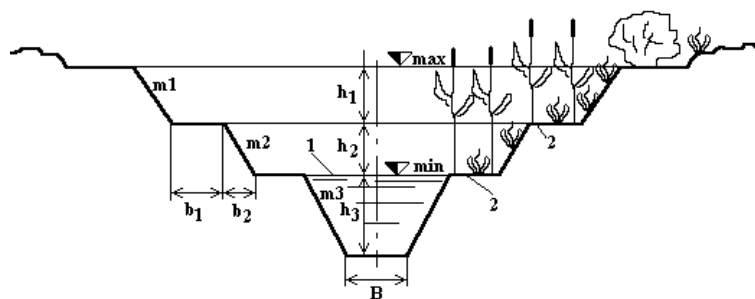
3

1,5

2,0

5

9.5. Совершенствование проводящей сети специализированных мелиоративных систем



2

1

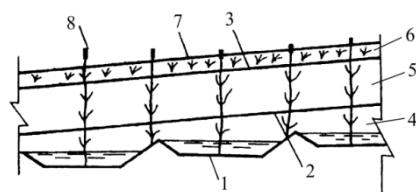
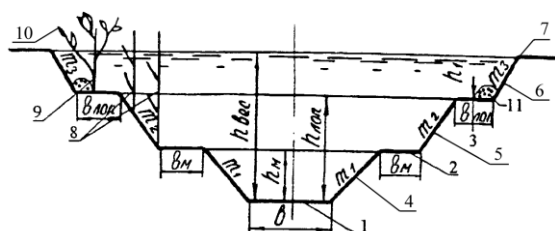
-

26

-

20

30



3
 11
 4, 5
 b
 6
 1
 2
 7 10
 b
 (Q); b
 -
 h
 (Q);
 Q; h
 m₁ m₃

-

55

.

-

-

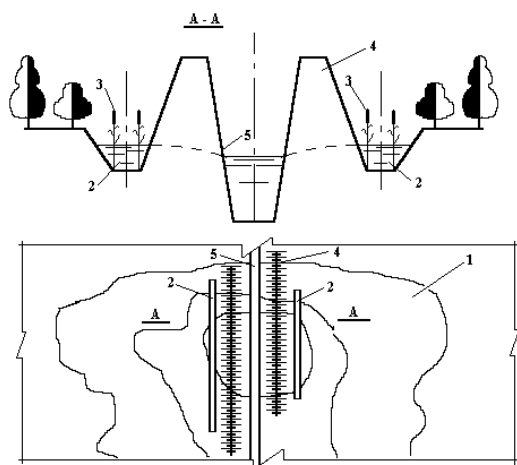
**9.14. Степень очистки загрязненных вод полевой моделью
биомелиоративного канала**

K ⁺	<u>132,7</u>	<u>31,1</u>	<u>69,7</u>
	142,6	11,5	91,9
N ₄ ⁺	<u>219,6</u>	<u>29,1</u>	<u>71,1</u>
	63,3	3,9	93,8
2 ⁺	<u>50,1</u>	<u>46,3</u>	<u>12,5</u>
	34,6	25,2	27,2
Mg ²⁺	<u>23,4</u>	<u>15,7</u>	<u>35,9</u>
	16,0	8,3	48,2
N ₃	<u>5,4</u>	<u>1,8</u>	<u>80,9</u>
	9,4	0,7	92,6
Cl	<u>96,6</u>	<u>28,5</u>	<u>70,7</u>
	95,2	7,7	91,9
3 4	<u>6,2</u>	<u>1,8</u>	<u>66,1</u>
	5,1	0,6	88,2

0,5

1,5

3



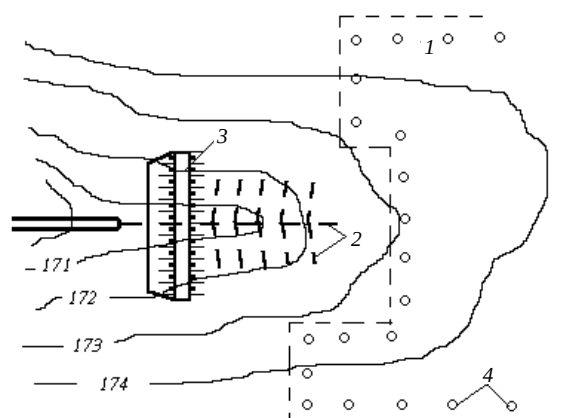
1

4

; 2

3

5



9.9. -

1 2
3 4

10 80
98

9.15. Показатели эффективности очистки сточных вод ВВР

2	50,3	10,0	19,9
2	13,7	6,4	46,7
-	2,4	2,0	83,3
-	1,6	1,0	62,5
	37,9	14,5	38,2
	98,0	42,1	42,9
	1,4	0,3	21,4
	6,20	0,25	4,00
	2,50	1,03	41,20
	6,90	0,94	13,60
	280,0	42,0	15,0
	4305,00	10,40	0,24
	2,3 ¹⁰	0,4 ¹⁰	17,4

-

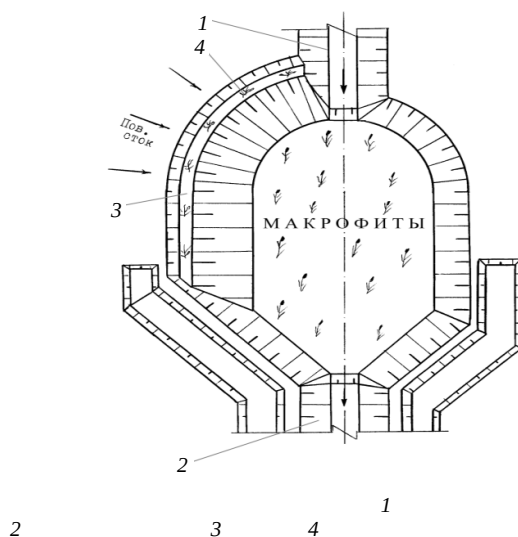
9.6. Биологические отстойники

-

).

**9.16. Экологическая эффективность водоохранных мероприятий
по снижению содержания биогенных элементов в водных объектах**

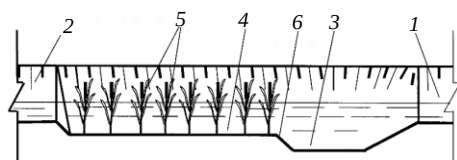
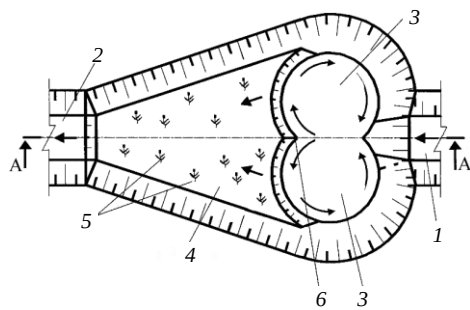
	20 40
	45 55
	20 40
	10 30
	55 65
	5 15
	30 50



, 6.

$$F = \frac{W(C_i - i)}{V_i}, \tag{9.13}$$

W
 C_i
 $V_i -$
 i
 $3,$
 $i-$
 $3,$
 $i-$
 $3,$
 $2,$



-

1
3, 4

2

5

6

1

3

3.

3

4,

3

3 4

6

3

3

6

3

3

6

4

5

3

5

4

4

2

4

2

5

F

).

$$r = \frac{Q - Vmh^2}{2Vh}, \tag{9.14}$$

Q
V
m
h

3

$$V=AQ^{0,2}, \tag{9.15}$$

A
Q

3

$$\overline{W} < 1,5; A \qquad \overline{W} = 1,5 \dots 3,5; A$$

$$\overline{W} > 3,5 \ (\overline{W})$$

$$B=(0,7 \dots 0,8)2r. \tag{9.16}$$

$$0,4 \qquad -$$

Контрольные вопросы

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.

ПРИЛОЖЕНИЯ

1. Наиболее характерные причины неудовлетворительного состояния элементов закрытой мелиоративной сети и мероприятия по восстановлению их работоспособности

1	2	3	4
			-
			-100,

	(2		-100.
			-
			-
			-
			.
			,
			,
			-

1	2	3	4
-		.	

2. Технологические операции, средства технологического обеспечения, состав исполнителей по очистке, ремонту дренажных устьев и оценке внутреннего состояния коллекторов при техническом обслуживании дренажных систем

1	-	2	<i>Первый этап.</i>	-	2
			<i>Второй этап.</i>	3 -100; -1;	1 , 2

2		1		3	1
				-	2
				-	

2

1. Средние гравитационный расход и скорость течения воды в полностью заполненных трубопроводах при расположении в них напорного промывочного рукава диаметром 28 мм (сложные условия, коэффициент шероховатости 0,17)

	0,002		0,003		0,004		0,005		0,006		0,007	
	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q
75	0,14	0,53	0,17	0,65	0,20	0,75	0,22	0,84	0,24	0,92	0,26	0,99
100	0,18	1,33	0,22	1,63	0,26	1,88	0,29	2,10	0,32	2,30	0,34	2,49
125	0,22	2,60	0,27	3,18	0,31	3,67	0,35	4,11	0,38	4,50	0,42	4,86
150	0,26	4,42	0,32	5,41	0,37	6,25	0,41	6,98	0,45	7,65	0,48	8,26
175	0,29	6,86	0,36	8,40	0,41	9,70	0,46	10,85	0,51	11,88	0,55	12,83

Примечание: *V* – скорость потока воды, м/с; *Q* – расход воды, л/с.

Таблица 2. Расчетные значения гидравлических параметров потока воды (пульпы) в трубопроводе диаметром 75 мм при расположении в нем напорного промывочного рукава диаметром 28 мм

Наполнение трубопровода		Площадь живого сечения в долях квадрата диаметра $(w/d)^2$	Смоченный периметр в долях диаметра x/d	Гидравлический радиус в долях диаметра R/d^*
в долях диаметра h/d	от площади сечения, %			
0,1	5	—	—	—
0,2	14	—	—	—
0,3	25	0,0887	2,3321	0,0380
0,4	37	0,1839	2,5423	0,0723
0,5	50	0,2832	2,7436	0,1032
0,6	63	0,3826	2,9450	0,1299
0,7	75	0,4777	3,1551	0,1514
0,8	86	0,5641	3,3871	0,1665
0,9	95	0,6351	3,6710	0,1730
1,0	100	0,6759	4,3144	0,1567

*

Таблица 3. Расчетные значения гидравлических параметров потока воды (пульпы) в трубопроводе диаметром 100 мм

Наполнение трубопровода		Площадь живого сечения в долях квадрата диаметра $(w/d)^2$	Смоченный периметр в долях диаметра x/d	Гидравлический радиус в долях диаметра R/d^*
в долях диаметра h/d	от площади сечения, %			
0,1	5	—	—	—
0,2	14	—	—	—
0,3	25	0,1366	2,0389	0,0670
0,4	37	0,2318	2,2491	0,1031
0,5	50	0,3311	2,4504	0,1351
0,6	63	0,4305	2,6518	0,1623
0,7	75	0,5257	2,8620	0,1837
0,8	86	0,6120	3,0939	0,1978
0,9	95	0,6829	3,3778	0,2022
1,0	100	0,7238	4,0212	0,1800

* Расчет выполнен при нижнем расположении рукава в трубопроводе.

Таблица 4. Расчетные значения гидравлических параметров потока воды (пульпы) в трубопроводе диаметром 125 мм

Наполнение трубопровода		Площадь живого сечения в долях квадрата диаметра (w / d) ²	Смоченный периметр в долях диаметра x / d	Гидравлический радиус в долях диаметра R / d *
в долях диаметра h / d	от площади сечения, %			
0,1	5	—	—	—
0,2	14	0,0724	1,6310	0,0444
0,3	25	0,1588	1,8630	0,0852
0,4	37	0,2540	2,0732	0,1225
0,5	50	0,3533	2,2745	0,1553
0,6	63	0,4526	2,4759	0,1828
0,7	75	0,5478	2,6860	0,2040
0,8	86	0,6342	2,9180	0,2173
0,9	95	0,7051	3,2018	2,2202
1,0	100	0,7460	3,8453	0,1940

* Расчет выполнен при нижнем расположении рукава в трубопроводе.

Таблица 5. Средние гравитационные скорости течения воды (пульпы) и ее расходы в дренажном трубопроводе диаметром 75 мм

h / d												
	0,002		0,003		0,004		0,005		0,006		0,007	
	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V
0,3	0,03	0,05	0,03	0,07	0,04	0,08	0,04	0,08	0,05	0,09	0,05	0,10
0,4	0,08	0,08	0,10	0,10	0,12	0,12	0,13	0,13	0,15	0,14	0,16	0,15
0,5	0,16	0,10	0,20	0,13	0,23	0,15	0,26	0,16	0,28	0,18	0,31	0,19
0,6	0,26	0,12	0,32	0,15	0,37	0,17	0,41	0,19	0,45	0,22	0,48	0,23
0,7	0,36	0,13	0,44	0,16	0,51	0,19	0,57	0,21	0,62	0,23	0,67	0,25
0,8	0,45	0,14	0,55	0,17	0,64	0,20	0,71	0,22	0,78	0,25	0,84	0,27
0,9	0,52	0,14	0,64	0,18	0,73	0,21	0,82	0,23	0,90	0,25	0,97	0,27
1,0	0,52	0,14	0,63	0,17	0,73	0,19	0,82	0,22	0,90	0,24	0,97	0,25

Примечание: V — скорость потока воды, м/с; Q — расход воды, л/с.

Таблица 6. Средние гравитационные скорости течения воды (пульпы) и ее расходы в дренажном трубопроводе диаметром 100 мм

h / d	0,002		0,003		0,004		0,005		0,006		0,007	
	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V
0,3	0,13	0,09	0,16	0,12	0,18	0,13	0,20	0,15	0,22	0,16	0,24	0,18
0,4	0,29	0,13	0,35	0,15	0,41	0,18	0,46	0,20	0,50	0,22	0,54	0,23
0,5	0,49	0,15	0,61	0,18	0,70	0,21	0,78	0,24	0,86	0,26	0,93	0,28
0,6	0,73	0,17	0,89	0,21	1,03	0,24	1,15	0,27	1,26	0,29	1,36	0,32
0,7	0,96	0,18	1,18	0,22	1,36	0,26	1,52	0,29	1,67	0,32	1,80	0,34
0,8	1,18	0,19	1,44	0,24	1,67	0,27	1,86	0,30	2,04	0,33	2,20	0,36
0,9	1,33	0,19	1,63	0,24	1,89	0,28	2,11	0,31	2,31	0,34	2,50	0,37
1,0	1,31	0,18	1,60	0,22	1,85	0,26	2,07	0,29	2,27	0,31	2,45	0,34

: V

Q

Таблица 7. Средние гравитационные скорости течения воды (пульпы) и ее расходы в дренажном трубопроводе диаметром 125 мм

h / d	0,002		0,003		0,004		0,005		0,006		0,007	
	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V
0,2	0,09	0,08	0,11	0,10	0,13	0,12	0,15	0,13	0,16	0,14	0,18	0,15
0,3	0,32	0,13	0,39	0,16	0,45	0,18	0,50	0,20	0,55	0,22	0,59	0,24
0,4	0,64	0,16	0,79	0,20	0,91	0,23	1,02	0,26	1,12	0,28	1,21	0,30
0,5	1,05	0,19	1,29	0,23	1,48	0,27	1,66	0,30	1,82	0,33	1,96	0,36
0,6	1,50	0,21	1,84	0,26	2,12	0,30	2,37	0,34	2,60	0,37	2,80	0,40
0,7	1,95	0,23	2,39	0,28	2,76	0,32	3,09	0,36	3,38	0,40	3,65	0,43
0,8	2,36	0,24	2,89	0,29	3,33	0,34	3,73	0,38	4,08	0,41	4,41	0,45
0,9	2,64	0,24	3,24	0,29	3,74	0,34	4,18	0,38	4,58	0,42	4,95	0,40
1,0	2,57	0,22	3,32	0,27	3,63	0,31	4,06	0,35	4,45	0,38	4,81	0,41

: V

Q

8. Значения плотности и объемной концентрации гидросмеси песчаных отложений при удельном расходе воды 6–18 м³

	з	з ,	%	з з							
				6	7	8	10	12	14	16	18
				з							
	2,66	1,27	0,522	1,122	1,106	1,094	1,076	1,064	1,055	1,048	1,043
				0,073	0,064	0,057	0,046	0,038	0,033	0,029	0,026

9. Критическая скорость транспортирования гидросмеси песчаных отложений в трубопроводе диаметром 75 мм

з	з ,	%		з з							
				6	7	8	10	12	14	16	18
2,66	1,27	0,522	0,05 0,10	0,49	0,47	0,45	0,42	0,39	0,36	0,35	0,34
			0,10 0,25	0,72	0,69	0,67	0,61	0,58	0,54	0,52	0,50
			0,25 0,50	1,17	1,10	1,08	0,99	0,93	0,87	0,84	0,81

10. Критическая скорость транспортирования гидросмеси песчаных отложений в трубопроводе диаметром 100 мм

з	з ,	%		з з							
				6	7	8	10	12	14	16	18
2,66	1,27	0,522	0,05 0,10	0,55	0,52	0,51	0,47	0,44	0,41	0,40	0,38
			0,10 0,25	0,83	0,79	0,77	0,71	0,66	0,62	0,60	0,58
			0,25 0,50	1,33	1,26	1,22	1,12	1,05	0,99	0,95	0,92

Управление дождеванием сельскохозяйственных культур с использованием электронных таблиц программного средства Excel

Excel

Excel

*Excel.
Excel)*

[14]).

Excel.

9.1).

A, B, C, D, ..., P),

9.1

1, 2, 3, 4, ..., 25

Ниже приведен пример цифрового управления дождеванием капусты поздней, возделываемой на суглинистых почвах, с использованием электронной таблицы программного средства Excel.

первую строку

A1

B1, C1

D1

W_{пв} =);

E1

()

255);

(0

F1

W_{нв} =);

G1

)

180);

H1

(W_{пп} =);

I1

135);

),

J1

m =);

K1

)

30);

L1

M1, N1

O1, P1

вторую строку

A2

B2

C2

D2

m);

E2

P);

F2

t_m);

G2 Σt_m
 H2 – $\Sigma t_m / n$);
 I2 – (k_{tm}) ;
 J2 – E_{mi});
 K2 – Ψ);
 L2 – (E) ;
 M2 – (C_n) ;
 N2 – C_n);
 O2 – W_{KI});
 P2 – $(N,$
[14].
 третью строку :
 - A3 0),
 - B3 – (апрель);
 - C3
 11 апреля.
 D3, E3, F3, G3, H3, I3, J3, K3, L3, M3, N3, P3
 O3)
(149,0).
 начальные.
 четвертой строки
 H L O E
I16
 K
 A, B, C
 A4
 A5 – 2, A6 – 3, A7 – 4, A8 – 5, A9 – 6, A10 – 7, A11 – 8, A12 – 9,
 A13 – 10, A14 – 11
 B4
 (апрель), B24
 (май). B55
 (июнь)
 C4
 C5 – 12, C6 – 13, C7 – 14, C8 – 15, C9 – 16, C10 – 17, C11 – 18, C12 – 19, C13 – 20,
 C14 – 21, ..., C23 – 30, C24 – 1,
 D, E, F
 :30
 D4

E4
F4 (16,0).
G,
I
 () [14]
G4
G4, (=F4). **F4 G4** **G5,**
 (=G4+F5). **G6,** (=G5+F6)
G14. **G14,**
 (=G13+F14-F4), **G15** (=G14+F15-F5)
G14 G15
G15
H4
Excel (=G4/A4 **16,0**
H14, (=G14/10)
0,06
15 0,06; **16** 0,06; **17** 0,06; **18** 0,06; **19** 0,06; **I10** 0,06;
I11 0,06; **I12** 0,06; **I13** 0,06; **I14** 0,06; ...; **I23** 0,06; **I24** 0,12; ...; **I33** 0,12;
I34 0,14; **I35**
J4 *Excel* (=I4*K4),
K4 *Excel* (=exp(-0,5*(\$G\$I/O3-I)^2)),
 (0,979).
L4 *Excel* (=J4*K4),

M4
Excel, =если(О3>\$Е\$1;О3-\$Е\$1;0),
N4
Excel =если(03-34)>\$С\$1;(О3-Т4-\$С\$1)*0,5+Е4*
(0,25)^2;0)
O4
Excel
(=О3+D4+E4-L4-M4-N4),
P4
Excel =(О4-
\$I\$1)/L4), ENTER
С пятой строки,
A5, B5, C5, I5
D5
E5
F5
T_m. E1 (12,0).
G5
(=G4+F5),
ENTER .
(28,0).
Напомним: G14 (=G13+F14-F4), G15 (=G14+F15-
F5), G
G15
H5
(=G5/A5), H14. (=G14/10),
Напомним: H14,
15 (0,06).
J5
(=15*H5)
(1,0).
K5
(=exp(-0,5*(\$G\$1/О4-I)^2))
(0,977).

L5
 (=J5*K5) ENTER
 (0,8).
 M5
Excel (=еслиО4>\$Е\$1;О4-\$Е\$1;0)
 (0,0).
 N5
Excel (=если(О4-J5)>\$G\$1;(О4-J5-\$G\$1)*0,5+Е5*
 (0,25)^2;0)
 О5, О4, 0,0).
 (=О4+D5+Е5-L5-M5-N5),
 (147,2).
 P5, P4,
 (=(О5-\$I\$1)/L5), ENTER
 (14,9).

Напомним:

P

Excel

		3
		5
1.		6
1.1.		6
1.2.		11
1.3.		21
1.4.	-	32
1.5.		48
1.6.		76
2.		94
2.1.		94
2.2.	Причины неисправности закрытой мелиоративной сети	95
2.3.		97
2.4.		101
2.5.	-	113
2.6.		116
3.		123
3.1.		123
3.2.	-	135
4.		146
4.1.		146
4.2.		148
4.3.	-	150
4.4.	-100	155
4.5.	-160	160
4.6.	-100	167
4.7.		171
5.		174
5.1.		174
5.2.	Водопрopusкная способность дренажных трубопроводов при гидродинамическом способе очистки	181
5.3.	Скоростной режим транспортировки гидросмеси размытых отложений в дренажных трубопроводах	186

5.4.	-120	197
5.5.		204
5.6.		207
6.		225
6.1.		225
6.2.		231
7.		243
7.1.		243
7.2.		251
7.3.		254
7.4.		260
8.		261
8.1.		261
8.2.		264
8.3.		266
8.4.		270
8.5.		286
9.		292
9.1.		292
9.2.		303
9.3.		309
9.4.		319
9.5.		325
9.6.		332
		338

**Желязко
Лукашевич
Копытовский**

-

*О. Н. Минакова
Н. Л. Якубовская*

10.10.2024

$\frac{1}{16}$

20,69

-

18,02 .

30