

С помощью метода вспомогательной функции [2] определим следующие значения параметров настройки ПИД-регулятора:

$$K_p = 2,46; \quad (12)$$

$$T_d = 6,3 \text{ с}; \quad (13)$$

$$T_i = 15 \text{ с}. \quad (14)$$

Оценим эффективность системы управления скоростью трактора с помощью ПИД-регулятора, параметры настройки которого заданы равенствами (12)–(14). Для этого построим график переходного процесса в замкнутой системе управления скоростью трактора, представленный на рис. 3.

Сопоставив переходные процессы в замкнутой (см. рис. 3) и в разомкнутой системах (см. рис. 2), установим, что длительность переходного процесса уменьшается в два раза, что свидетельствует о высокой эффективности разработанной системы управления.

Список литературы

1. Автоматизированное управление работой МТА с обеспечением адаптации режимов их работы к различным условиям эксплуатации / Н.А. Мочунова,

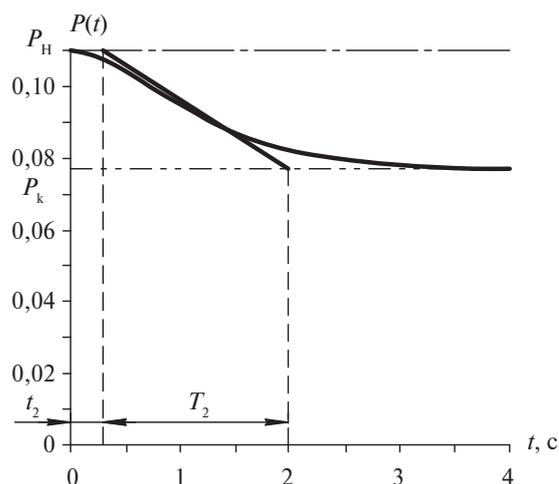


Рис. 3. Переходный процесс в замкнутой системе управления скоростью трактора

М.А. Карапетян, В.Н. Пряхин, В.М. Максимов // Вестник Международной общественной академии экологической безопасности и природопользования. — 2011. — № 10(17). — С. 36–45.

2. Мочунова Н.А. Метода расчета параметров настройки системы автоматического управления давлением воздуха // Аспирант и соискатель. — 2011. — № 6(66). — С. 137–140.

УДК 631.311.5

Х.А. Абдулмажидов, канд. техн. наук

Московский государственный университет природообустройства

ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗМЕНЕНИЯ РАЗМЕРОВ ОСУШИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ

В процессе эксплуатации осушительных каналов наблюдается изменение их проектных и конструктивных размеров. Это связано с тем, что эксплуатация этих каналов сопряжена с неизбежным появлением растительности, притоком различных наносов, песка, грунтов, древесных и каменных включений. Положение усугубляется различным состоянием каналов: деформированным профилем, изменением уровня воды в течение сезона — от паводка до полного высыхания, засоренностью русла камнями и погребенной древесиной. Наконец, затрудняют механизированную очистку многочисленные сооружения на каналах: мосты, затворы, водовыпуски и т. п. Нередко затруднены подходы к каналам. Это может носить постоянный (например, близость лесного массива, строений и т. д.) и временный характер. В последнем случае ограничения, как правило, связаны с посевами, когда запахиваются дороги вдоль каналов и бермы вплоть до самых бровок. Такое состояние дел отрицательно влия-

ет на пропускную способность открытого канала, производительность осушительных систем в целом.

Совершенно очевидно, что при комплектации парка должны учитываться все основные производственные и природные условия и производится оценка влияния тех или иных факторов на технологические свойства очистных машин.

Прежде всего, необходимо различать зоны орошения и осушения. Различия зон с точки зрения механизации достаточно велики. Это относится к номенклатуре эксплуатационных операций, конструктивным формам каналов, соотношению их геометрических размеров, удельным объемам очистки, видам растительности, засоряющим русла, и дополнительным ограничениям, связанным с шириной дамб, подходам к каналам, наличием креплений и антифильтрационных покрытий и т. д.

Очевидно, что необходимо располагать двумя комплексами машин — для зоны осушения и зоны орошения. Разумеется, что отдельные машины или

Таблица 1

Классификация осушительных каналов по типоразмерам и их техническая характеристика

| Каналы | Типоразмер каналов | Параметр | | | |
|--|--------------------|------------|------------------|------------------|-------------------|
| | | Глубина, м | Ширина по дну, м | Крутизна откосов | Ширина откосов, м |
| Мелкая регулирующая сеть, придорожные, нагорные каналы | I | До 1,0 | 0,2...0,4 | 1:1; 1:1,5 | 1,8 |
| Проводящая сеть каналов, ловчие каналы, глубокие осушители на торфяниках | II | 1,0...2,0 | 0,4...1,2 | 1:1; 1:1,75 | 4,0 |
| | III | 2,0...3,0 | 1,2...2,0 | 1:1; 1:2 | 6,7 |
| Водоприемники и крупные магистральные каналы | IV | Более 3 | Более 2 | 1:1 | Более 7 |

рабочие органы каждой из систем могут оказаться достаточно идентичными, но в целом следует ожидать создания совершенно самостоятельных комплексов.

Наиболее разнотипными с позиции обслуживания гидромелиоративных сооружений в процессе их эксплуатации являются каналы. Типоразмеры наиболее часто встречающихся каналов осушительной сети приведены в табл. 1. Оросительные и коллекторно-дренажные каналы классифицируют отдельно (табл. 2 и 3).

Виды технической эксплуатации гидромелиоративных систем следующие:

- технический надзор;
- технический уход;
- ремонт (текущий, капитальный и аварийный).

Четкого разграничения по типоразмерам каналов на малые и крупные нет. Однако по признакам, различаемым в технологии производства земляных работ при очистке каналов, сделано условное разграничение, в соответствии с которым каналы глубиной и шириной по дну менее 3 м отнесены к малым типоразмерам (I...III). При очистке таких каналов наносы удаляют каким-либо рабочим органом (рабочим оборудованием) базовых машин (экскаваторы, каналоочистители) при их перемещении вдоль канала. Способы рабочих перемещений базовых машин выбираются в зависимости от толщины слоя наносов, ширины и глубины канала, приканальной обстановки и параметров рабочих органов. С однопроходным рабочим перемещением базовой машины канал очищают тогда, когда с одной ее позиции рабочий орган способен воздействовать на слой наносов по всему поперечному сечению. Когда с одной позиции базовой машины ее рабочий орган способен воздействовать только на часть поперечного сечения слоя наносов в канале, его чистят в два и более прохода базовой машины. При наличии воды над наносами глубина ее слоя должна быть в определенных пределах, превышение которой приведет к снижению эффективности производства работ по очистке каналов.

В настоящее время на мелиоративных системах Российской Федерации наблюдается различное состояние: от эффективно работающих осушительных систем с частыми очистками дна и откосов ка-

налов до тех каналов, на которых очистка не проводится совсем.

Практика содержания мелиоративных систем зоны осушения показывает, что эксплуатационные работы следует разграничить на ежегодные, называемые «уходом», и ремонт, необходимость в котором возникает периодически раз в несколько лет. Такой ремонт называют «текущим» [1].

Опыт работы русловых ремонтников показал, что если операции ухода за каналами проводятся особенно тщательно, как это имело место в ряде областей России, необходимость в капитальном ремонте каналов практически отпадает. Оптимальное решение проблемы по очистке каналов должно в значительной степени снизить расходы на эксплуатацию осушительных систем. Однако на сегодняшний день эту проблему нельзя считать окончательно решенной. Несмотря на обширную номенклатуру каналоочистительных машин, проектированных еще в советское время, в настоящее время на осушительных системах их используется

Таблица 2

Классификация оросительных каналов

| Типоразмер | Параметр | | |
|------------|------------------|------------|-------------------------------|
| | Ширина по дну, м | Глубина, м | Коэффициент заложения откосов |
| I | До 0,6 | 0,5...1,0 | 1 |
| II | 0,6...1,2 | 0,8...1,5 | 1,0...1,5 |
| III | 1,2...3,0 | 1,0...2,5 | 1,5...2,0 |
| IV | 3,0...5,0 | 2,0...4,0 | 1,5...2,5 |
| V | Более 5,0 | Более 4,0 | 2...4 |

Таблица 3

Классификация каналов коллекторно-дренажной сети

| Каналы | Типоразмер | Параметр | | |
|--------------|------------|------------------|------------|-------------------------------|
| | | Ширина по дну, м | Глубина, м | Коэффициент заложения откосов |
| Дрена | I | 0,6...1,2 | 2,5...3,5 | 1,5 |
| Коллектор I | II | 1,2...3,0 | 3,5...5,0 | 1,5...2,0 |
| Коллектор II | III | Более 3,0 | Более 5,0 | 2,0 и более |

мало. И в этой ситуации осушительные системы нуждаются в новых конструкциях и типоразмерах машин, что обусловлено производственными и экономическими соображениями.

Главные особенности существующей проблемы заключаются в принятых основных параметрах осушительных каналов и объемах наносов и заиления. В табл. 4 в качестве примера приведена матрица f , элементами которой являются относительные высотные отметки поверхности дна конструктивного осушительного канала и откосов с заложением 1 : 1. В табл. 5 дана матрица модели распределения наносов в канале.

При наличии высотных точек конструктивных сечений каналов f и уровней наносов k система Mathcad позволяет определять объемы работ по очистке и восстановлению осушителей.

В существующих машинах в качестве главного параметра, определяющего типоразмер машины, выбрана глубина очищаемого канала. Это правомерно для машин, предназначенных для строительства, реконструкции и капитального ремонта. В этих случаях с увеличением глубины канала увели-

чивается и объем удаляемого грунта, что в свою очередь отражается на производительности, мощности, массе и стоимости машины. Так, используя примеры выполненных конструкций машин, предназначенных для капитального ремонта каналов глубиной 1,5 м, к машинам для 3-метровых каналов сопровождается 3–5-кратным увеличением их массы и стоимости. Однако только при полной реализации энергетических возможностей более мощной и тяжелой машины и ее достаточной загрузке можно добиться приемлемой стоимости ее эксплуатации.

Совершенно иная картина будет иметь место при попытке механизировать операции, входящие в номенклатуру работ по уходу. Например, при очистке дна и прилежащих к нему откосов каналов от наносов и заиления. Здесь глубина не может служить главной характеристикой канала, ибо нет прямой связи между этим параметром и удельными объемами наносов. При одной и той же ширине каналов по дну или небольшой разнице в этих размерах, что характерно для осушительной сети, удельные объемы заиления каналов глубиной в 1 или 3 м могут оказаться примерно равными.

Таблица 4

Матрица, представляющая поверхность дна канала и откосов с заложением 1 : 1 в виде совокупностей относительных высотных отметок

| | | | | | | | | |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|
| f | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| | 4 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| | 5 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| | 6 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| | 7 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| | 8 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| 9 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | |

Таблица 5

Матрица, представляющая модель поверхности наносов на дне и нижних частях откосов осушительного канала в виде высотных отметок

| | | | | | | | | |
|-----|---|---|-----|-----|-----|-----|---|---|
| k | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | 0 | 2 | 1 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 1 | 2 |
| | 1 | 2 | 1 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 1 | 2 |
| | 2 | 2 | 1 | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 1 | 2 |
| | 3 | 2 | 1 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 1 | 2 |
| | 4 | 2 | 1 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 1 | 2 |
| | 5 | 2 | 1 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 1 | 2 |
| | 6 | 2 | 1 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 1 | 2 |
| | 7 | 2 | 1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 1 | 2 |
| | 8 | 2 | 1 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 1 | 2 |
| 9 | 2 | 1 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 1 | 2 | |

Средние удельные объемы ежегодных работ по удалению наносов чрезвычайно малы и составляют у большинства каналов от 0,02 до 0,10 м³ на 1 м длины. Это соответствует толщине стружки 5...15 см. Понятно, что такие каналоочистительные машины, как многоковшовые экскаваторы поперечного копания типа ЭМ-152, ЭМ-202 или роторный МР-16, на этих работах окажутся не эффективными и дорогостоящими.

Необходимо также учитывать, что заиление и наносы распределяются по длине каналов крайне неравномерно. Для проводящей сети, например, максимальные объемы сосредоточены обычно в зонах, близких к устьям дрен или открытых осушителей. В то же время в других частях каналов объемы наносов могут быть в несколько раз меньше, а в отдельных случаях совсем незначительны. Такая же картина наблюдается на каналах регулирующей сети, где необходимость в очистке возникает главным образом на нижних отметках. Использование в таких условиях мощных высокопроизводительных очистных машин обязательно приведет к большим потерям, связан-

ным не только с недогрузкой машин, но и увеличением транспортных (холостых) пробегов.

Одной из главных операций ухода является скашивание растительности с откосов, dna и бeрм каналов. Есть мнение, что проведение этих операций может быть осуществлено каналоочистительными машинами землеройного типа, используемых как базовые шасси, путем навески сменных рабочих окашивающих органов. Такие органы, в свое время, предусматривались на каналоочистителях ЭМ-202. Были и попытки совместить косилку с одноковшовым экскаватором. Это выполнено, в частности, на машине КМ-82. Расчеты показывают, что путь этот не самый лучший.

Осушители являются частью номенклатуры мелиоративных каналов и относятся к каналам мелкой сети. Их глубина колеблется от 0,8 до 1,7 м. Немаловажное значение при разработке конструктивных схем каналоочистительных машин имеет такой размер канала, как ширина по дну. Для подавляющего большинства осушительных каналов этот размер находится в пределах 0,2...0,6 м. Первая цифра имеет место на каналах, проложенных с помощью плужных каналокопателей. Такие машины при строительстве осушительных систем в России почти не применялись. Процентное соотношение ширины каналов по дну для различных зон на примере Смоленской области таково: каналы с шириной по дну 0,4 м — 87 %, с шириной по дну 0,6 м — 10 %, свыше 0,6 м — 3 %.

Ширина по дну является очень важным параметром каналов, самым непосредственным образом влияющим на конструкцию машин; у магистральных каналов и коллекторов осушительных систем ширина по дну — достаточно стабильный параметр и укладывается в пределы 0,6...1,0 м.

С точки зрения механизации очистных работ важным является и такой параметр, как коэффици-

ент заложения откосов. Для большинства осушителей заложение откосов находится в пределах 1 : 1 и 1 : 1,5. Каналы с более пологими откосами составляют 1...4 %. Если принять среднюю глубину осушителей, равной 1,5 м, то ширина канала по верху будет находиться в пределах 5...6 м. Это важно, ибо дает возможность применить для очистки осушителей машины, работающие по седловой схеме [2].

Естественно-производственные условия мелиоративных систем настолько разнообразны, особенно это касается геометрических размеров каналов, что решать проблемы очистки можно только при помощи комплекса машин различных типов-размеров. Поэтому, прежде всего, следует обозначить главные зоны и характеристики их естественно-производственных условий.

Выводы

1. В настоящее время не существует одной универсальной машины, способной производить полную очистку, включая дно, откосы и бeрмы осушительных каналов.

2. Состояние осушительных каналов требует комплексного применения каналоочистительных машин.

3. Основной задачей для дальнейших исследований является подбор из числа существующих и проектирование новых оптимальных комплексов машин, которые будут производить качественную очистку и ремонт каналов.

Список литературы

1. Суриков В.В., Гантман В.Б. Строительные машины для механизации мелиоративных работ. — М.: Агропромиздат, 1991. — 464 с.

2. Абдулмажидов Х.А. Обоснование основных параметров и режимов работы ковшовых каналоочистительных машин для зоны осушения: дис. ... канд. техн. наук. — М., 2000. — 150 с.

УДК 514.18:631.312.021.3/4

А.А. Васьков, канд. техн. наук

К.А. Краснящих

Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина

РАЗВЕРТЫВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ОТВАЛА И ЛЕМЕХА НА ПЛОСКОСТЬ

Развертывание поверхности производится только по осям цилиндра (за оси координат должны быть приняты направление образующих цилиндра и перпендикуляр к этому направлению, т. е. оси, по которым строилась кривая возврата).

Так как проецирование горизонтальной проекции велось в других осях (полевая сторона и ось, перпендикулярная ей), то для развертывания поверхности должно быть построено совмещенное положение горизонтальной проекции отвала, т. е. она должна быть отнесена к другим осям.