

**НОВОЧЕРКАССКИЙ ИНЖЕНЕРНО-МЕЛИОРАТИВНЫЙ ИНСТИТУТ ИМЕНИ
А.К. КОРТУНОВА – ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

На правах рукописи

Рудаков Владимир Александрович

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СМЕШЕНИЯ
ОРГАНИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ С ВОДОЙ ПРИ
ПОЛИВАХ СИСТЕМОЙ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ ОВОЩНЫХ
КУЛЬТУР**

Специальность: 4.1.5. Мелиорация, водное хозяйство и агрофизика

Диссертация

на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель –
Тарасьянц Сергей Андреевич,
доктор технических наук, профессор

Новочеркасск - 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 СУЩЕСТВУЮЩИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ СМЕШЕНИЯ УДОБРЕНИЙ И ВОДЫ, ИХ ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ	10
1.1 Анализ существующих технологических схем при эксплуатации используемых систем смешения	12
1.1.1 Смесительные ёмкости	12
1.1.2 Инъекторы для ввода удобрений.....	15
1.1.3 Устройство для смешения удобрений и воды непосредственно на гидранте	16
1.1.4 Система смешения удобрений с водой струйным смесителем	16
1.1.5 Смешение удобрений в сети орошения	18
1.2 Гидравлический процесс смешения, подсосываемого и рабочего потоков в камере смешения струйных смесителей.....	19
1.3 Существующие методы гидравлического расчёта смешения удобрений и воды в камерах смешения струйных смесителей.....	23
1.3.1 Методы гидравлического расчёта смешения животноводческих стоков с водой	24
1.4 Конструкции струйных смесителей	28
Выводы по главе.....	32
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ СМЕШЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ С ВОДОЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТРУЙНОГО ЧЕТЫРЁХКОМПОНЕНТНОГО СМЕСИТЕЛЯ.....	33
2.1 Технологический процесс внесения удобрений смесителем при выращивании перца сладкого на исследуемом участке с незащищённой почвой	33

2.2 Технологический процесс внесения удобрений смесителем при выращивании томатов на исследуемом участке с защищённой почвой	38
2.3 Расчёт величины питательных веществ при выращивании перца сладкого в открытом грунте и томата в защищённом на планируемый урожай 600 ц/га	41
2.3.1 Расчёт величины питательных веществ для выращивания перца сладкого и томата.....	41
Выводы по главе.....	51
3 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАСЧЁТА ПАРАМЕТРОВ СМЕСИТЕЛЯ.....	52
3.1 Рекомендации по определению оптимальных параметров	52
3.2 Рекомендации к расчёту относительных параметров смесителя.....	54
3.3 Рекомендации к расчёту гидравлических параметров смесителя.....	57
3.4 Методика расчёта гидравлических параметров и геометрических размеров смесителя	61
3.5 Расчёт параметров смесителя удобрений для испытываемых участков с капельным орошением	65
Выводы по главе.....	72
4 НАТУРНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ВВОДА УДОБРЕНИЙ В ОРОСИТЕЛЬНУЮ СЕТЬ СТРУЙНЫМ ЧЕТЫРЁХКОМПОНЕНТНЫМ СМЕСИТЕЛЕМ УДОБРЕНИЙ.....	73
Выводы по главе.....	82
5 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СТРУЙНОЙ СИСТЕМЫ СМЕШЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ И ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ С ВОДОЙ	83
5.1 Характеристика заменяемого и предлагаемого вариантов систем смешения	83
5.2 Расчёт экономического эффекта в сфере приготовления смеси удобрений с водой и функционирования объектов заменяемого и внедряемого вариантов	84
5.3 Расчёт экономического эффекта в сфере увеличения урожая.....	89
Выводы по главе.....	91

ЗАКЛЮЧЕНИЕ	92
Рекомендации по производству	93
Перспективы дальнейшей разработки темы.....	94
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	95
СПИСОК ИЛЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРИАЛА	109
ПРИЛОЖЕНИЕ А Патент на полезную модель № 188521	112
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Патент на полезную модель № 193355.....	114
ПРИЛОЖЕНИЕ В Грамота за серебряную медаль в конкурсе «Золотая осень 2019».....	116
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Грамота за участие в специализированной выставке «Агротехнология»	117
ПРИЛОЖЕНИЕ Д Бронзовая медаль и благодарность за разработку инновационного научно-технологического проекта в конкурсе «Золотая осень 2021	118
ПРИЛОЖЕНИЕ И Диплом участника конкурса смотра изобретений 2021	120
ПРИЛОЖЕНИЕ Е Грамота за серебряную медаль в конкурсе XXIV Всероссийской агропромышленной выставки «Золотая осень 2022».....	121
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж Акт внедрения НИР. Заказчик ООО «Рассвет»	122
ПРИЛОЖЕНИЕ З Акт внедрения НИР. Заказчик – Бирючукская овощная селекционная опытная станция	123
ПРИЛОЖЕНИЕ К Договор о сотрудничестве	124
ПРИЛОЖЕНИЕ Л Результаты лабораторных исследований РосНИИПМ.....	128

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. После длительного застоя в мелиорации, в южных регионах и по Российской Федерации наблюдается увеличение площадей орошаемых земель. Развиваются как мелкие, так и крупные фермерские хозяйства при выращивании сельскохозяйственных культур. Известно, что при всех способах орошения в вегетационный период проводятся удобрительные поливы смесью удобрений и воды. В качестве удобрений используются в основном органические и минеральные. На комплексных участках чаще всего вносят органические удобрения. При отсутствии органических удобрений вносят минеральные, с одновременным смешиванием с водой для уменьшения концентрации азота. В качестве смесителей используют водоёмы, струйные смесители. Приведённые способы имеют ряд существенных недостатков, вследствие чего ограничивается их широкое внедрение, отсутствие возможности изменения концентрации смеси, режимов орошения, необходимости подбора гидравлических параметров при вводе смеси в распределительный трубопровод. Указанные недостатки ограничивают использование существующих смесительных устройств и приводят к снижению урожайности сельскохозяйственных культур.

В связи с вышеизложенным, исследования, направленные на разработку эффективных смесительных устройств, позволяющих устранить вышеперечисленные недостатки для мелких и крупных фермерских хозяйств в условиях открытого и защищённого грунта, являются проблемой, нерешённой в настоящее время.

Степень разработанности темы. Проблемой смешения удобрений с водой и внесения удобрительной смеси на орошаемые участки занимались многие учёные: Д.П. Гостищев, А.П. Овцов, Л.А. Музыченко, А.М. Бондаренко, В.И. Большаков, Ю.Н. Буряк, Г.Т. Амбросов, В.П. Смирнов, С.А. Тарасьянц и др., при этом проблема изучена недостаточно и требует проведения необходимых дополнительных исследований.

Цель и задачи исследований. Целью исследований является повышение

эффективности систем смешения органических и минеральных удобрений с водой при удобрительных поливах овощных культур.

Для достижения намеченной цели решались следующие задачи:

- изучение современных технологий и технических решений устройств смешения удобрений с водой и подачи удобрений на поля;
- разработка технологического процесса эксплуатации струйного четырёхкомпонентного смесителя удобрений с водой при выращивании овощных культур;
- разработка теоретических основ расчёта параметров струйного четырёхкомпонентного смесителя удобрений с водой;
- вывод натуральных, экспериментальных математических зависимостей процесса ввода удобрений струйным четырёхкомпонентным смесителем удобрений;
- экономическое обоснование струйной системы смешения минеральных и органических удобрений с водой при поливах овощных культур.

Научная новизна. В диссертационной работе научно обоснованы:

- основы расчёта геометрических и гидравлических параметров элементов системы смешения удобрений и воды;
- экспериментальные эмпирические зависимости для определения параметров элементов системы смешения;
- технологический процесс смешения удобрений с водой и внесение смеси при удобрительных поливах.

Теоретическая и практическая значимость проведения исследований заключается в разработке методики расчёта оптимальных параметров системы смешения оросительной сети. Практическая значимость диссертационной работы основана на разработке технологического процесса эксплуатации системы смешения удобрений с водой.

Объект исследований. В качестве объекта исследований использован процесс влияния гидравлических параметров смесителя на величину внесённых удобрений в почву.

Предметом исследований являлась технологическая связь параметров сме-

сителя с подаваемой в распределительный и поливной трубопроводы смеси воды и удобрений.

Методология и методы исследований. Исследования проведены в натуральных условиях для определённых оптимальных гидравлических параметров смесителя при регулировании расчётной подачи удобрений. Для проведения исследований применялось современное измерительное оборудование, расходомеры, манометры. При проведении исследований, обработке результатов использовалась теория планирования эксперимента и математическая статистика. Они проводились согласно «ГОСТ 24026-80. Исследовательские испытания. Термины и определения»; по «ГОСТ 7.32-2017. Межгосударственный стандарт. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчёт о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления»; по «ГОСТ 61340-2007. Насосы динамические. Методы испытаний».

Положения, выносимые на защиту:

- технологический процесс смешения удобрений с водой и внесения смеси в почву при удобрительных поливах;
- основы расчёта геометрических и гидравлических параметров элементов системы смешения удобрений и воды;
- эксплуатационные эмпирические зависимости для определения параметров элементов системы смешения удобрений и воды.

Степень достоверности и апробация результатов.

Достоверность результатов подтверждена натурными исследованиями по существующим методикам.

Полученные результаты представлены на научно-практических конференциях:

– «Современные технологии и достижения науки в АПК». ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, г. Махачкала, 22–23 ноября 2018 г.;

– «Мелиорация и водное хозяйство. Инновационные технологии мелиорации, водного и лесного хозяйства Юга России (Шумаковские чтения)». Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А.К. Кортунова ФГБОУ ВО

Донской ГАУ, 24 октября 2019 г.;

–Веб-конференции E3S 1-я Международная научно-практическая конференция «Инновационные технологии в инженерии окружающей среды и агроэко-системах» (ITEEA 2021), г. Нальчик, 18–19 марта 2021 г.

Участие в выставках:

–XXI Российская агропромышленная выставка «Золотая осень 2019» – второе место в конкурсе «За производство высокоэффективной сельскохозяйственной техники и внедрение прогрессивных ресурсосберегающих технологий»;

– Специализированная выставка «Агротехнология», состоявшаяся в рамках XXIII Агропромышленного форума юга России 26–28 февраля 2020 г. в г. Ростов-на-Дону;

–XXIII Всероссийская агропромышленная выставка «Золотая осень 2021» – бронзовая медаль в конкурсе «За успешное внедрение инноваций в сельском хозяйстве»;

–XXIV Всероссийская агропромышленная выставка «Золотая осень 2022» – серебряная медаль в конкурсе «За успешное внедрение инноваций в сельское хозяйство».

Результаты научно-исследовательских работ приняты для внедрения в ООО «Рассвет» Куйбышевского района Ростовской области и Бирючукскую овощную селекционную опытную станцию – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» для удобрительных поливов сельскохозяйственных культур с капельным поливом.

Личный вклад автора в получении результатов, изложенных в работе, заключается в анализе существующих литературных источников по разрабатываемой проблеме, в изготовлении установок, проведении экспериментальных исследований, обработке результатов, в формулировании выводов и предложений, во внедрении результатов в производство.

Публикации. Основные положения диссертационной работы опубликованы в 16 печатных работах, три из которых, входящие в международную базу цитирования Scopus, три статьи в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, восемь работ – в изданиях Всероссийских и международных научно-

практических конференций. По теме работы получено два патента. Общий объем опубликованных работ 8,78 п.л., из них 7,15 п.л. принадлежит автору.

Структура и объем диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения и приложений. Работа изложена на 134 страницах машинописного текста и включает в себя 49 рисунков, 15 таблиц, 11 приложений, список литературы из 135 наименований, из них 15 зарубежных авторов.

1 СУЩЕСТВУЮЩИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ СМЕШЕНИЯ УДОБРЕНИЙ И ВОДЫ, ИХ ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ

Наиболее распространёнными способами смешения и внесения удобрений и воды, описанными в литературе [71, 86, 95, 96, 100, 104, 105, 107, 124] с учётом концепции повышения экологической эффективности [9, 102] являются: в смесительных ёмкостях в соответствии с рисунком 1.1, с помощью инжектора ввода удобрений в соответствии с рисунком 1.2.

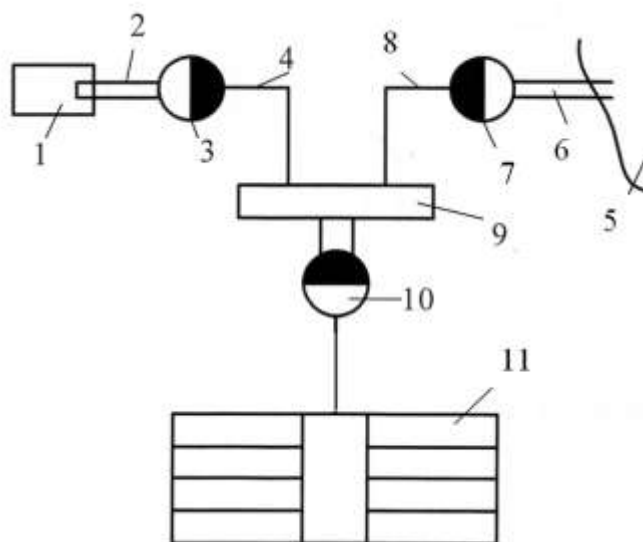


Рисунок 1.1 – Схема смешения в смесительной ёмкости: 1 – накопитель животноводческих стоков; 2 – напорный трубопровод стоков; 3 – станция для транспорта стоков; 4 – трубопровод подачи стоков смесителем; 5 – водоисточник; 6 – трубопровод подачи воды; 7 – станция поливной воды; 8 – трубопровод поливной воды; 9 – ёмкость смешения; 10 – станция подачи смеси; 11 – поля орошения

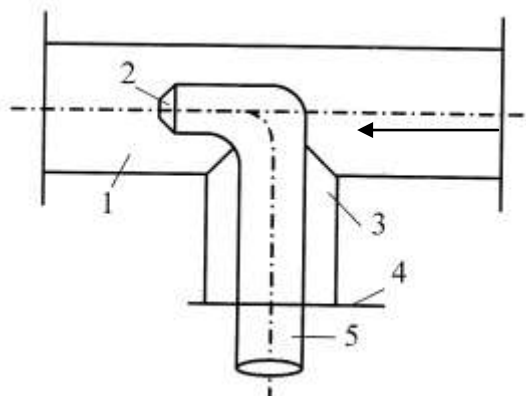


Рисунок 1.2 – Инжектор ввода удобрений в трубопровод орошаемого участка: 1 – трубопровод подачи воды; 2 – инжектор; 3 – тройник; 4 – фланец; 5 – трубопровод ввода удобрений

Кроме того, иногда минеральные и комбинированные удобрения вводят в сеть непосредственно на гидранте в соответствии с рисунком 1.3 [35, 36, 111].

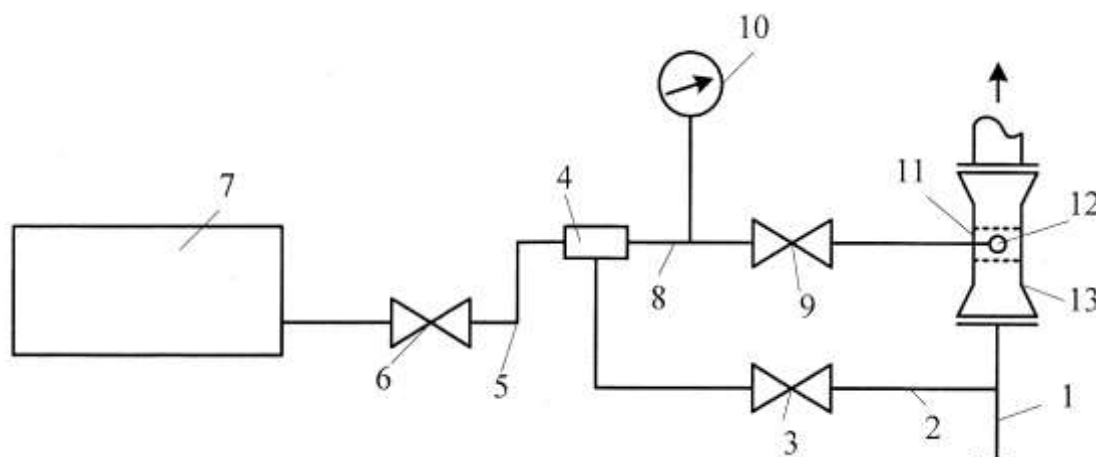


Рисунок 1.3 – Схема смешения удобрений с водой на гидранте: 1 – трубопровод оросительной сети; 2 – линия рециркуляции; 3, 6, 9 – задвижки; 4 – смеситель; 5 – трубопровод подачи стоков; 7 – накопитель; 8 – трубопровод смеси; 10 – манометр; 11 – место ввода; 12 – трубопровод ввода; 13 – тройник

Из современных систем смешения к наиболее простым в эксплуатации относят установку (патент № 2448450, опубл. 10.10.09, Бюл. № 28 [111]) в соответствии с нижеприведенным рисунком 1.4.

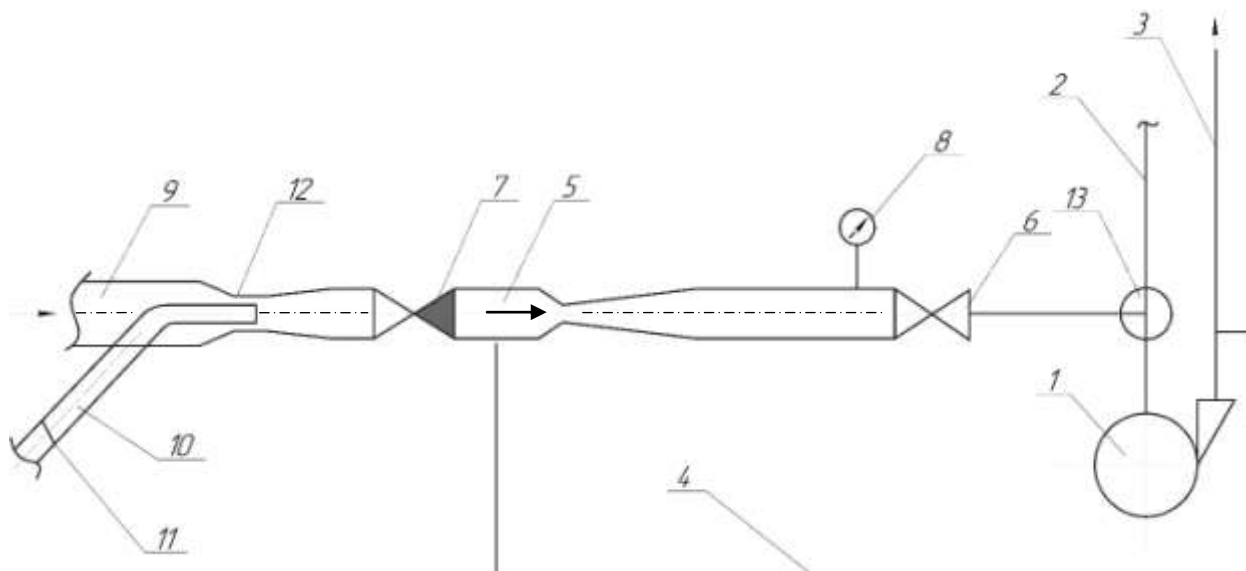


Рисунок 1.4 – Схема подачи удобрений в сеть: 1 – насос подачи воды; 2 – всасывающая линия; 3 – напорный трубопровод сети; 4 – обводная линия; 5 – струйный смеситель; 6 – задвижка; 7 – клапан; 8 – место врезки манометра; 9 – трубопровод стоков; 10 – насадок; 11 – трубопровод минеральных удобрений; 12 – смесительная камера; 13 – место ввода

В хозяйствах иногда применяются схемы с использованием струйного сме-

сителя, установленного в соответствии с рисунком 1.5 [76, 77, 100].

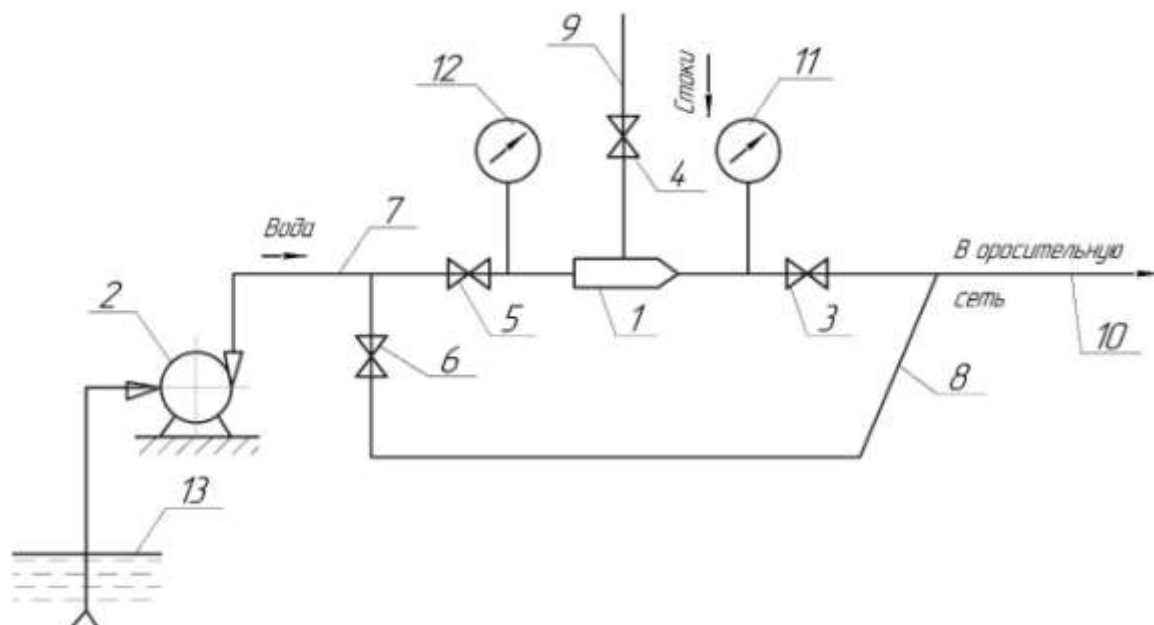


Рисунок 1.5 – Схема смешения удобрений и воды с помощью струйного смесителя: 1 – смеситель; 2 – насос подачи воды; 3, 4, 5, 6 – задвижки; 7 – трубопровод напорный; 8 – обводная линия; 9 – трубопровод подачи стоков; 10 – трубопровод оросительной сети; 11, 12 – приборы измерения давления

В литературе предлагается ряд других устройств [112, 114, 117], в металлических ёмкостях для приготовления маточного раствора, прицепные разбрызгиватели для минеральных удобрений и др.

Кроме того, перед внесением органических удобрений широко используется процесс обезвоживания животноводческих стоков [13, 14, 15].

1.1 Анализ существующих технологических схем при эксплуатации используемых систем смешения

В данном разделе проведен анализ вышеописанных схем смешения удобрений и воды перед удобрительными поливами, описаны их достоинства и недостатки, даны рекомендации по возможности их использования при выращивании сельскохозяйственных культур.

1.1.1 Смесительные ёмкости

Смесительные ёмкости использовались в начале XXI в. [5, 11, 12, 65, 66,

131] для смешения органических удобрений с водой, в основном животноводческих стоков, на животноводческих комплексах, при этом рассматривался пусковой процесс и необходимая техника для очистки каналов [23, 24]. Устраивалась бетонная ёмкость объёмом до 4–10 тыс. м³ (в зависимости от количества голов КРС, свиней), в которую подавались двумя насосными станциями стоки комплекса и вода в определенных объёмах, в смеситель монтировался всасывающий трубопровод третьей насосной станции. Смесь подавалась на орошаемый участок, засеянный в основном многолетними травами или кормовой свеклой в соответствии с рисунком 1.6.

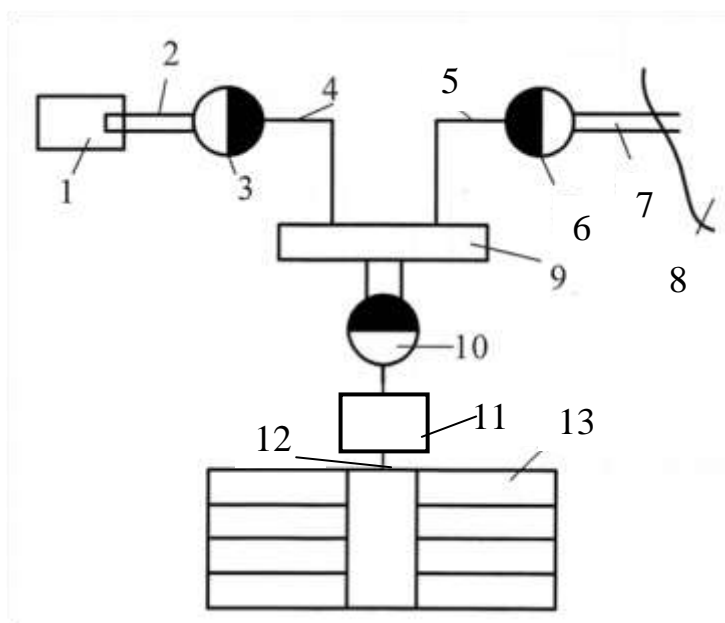


Рисунок 1.6 – Схема подготовки смеси животноводческих стоков и воды: 1 – накопитель животноводческих стоков; 2 –сооружение забора стоков; 3 –станция стоков; 4 –трубопровод напорный стоков; 5 –трубопровод поливной воды; 6 –станция поливной воды; 7 – водозаборное сооружение; 8 – водоём; 9 – камера смешения; 10 –станция подачи смеси; 11 – узел приготовления удобрений; 12 –трубопровод напорный; 13 –оросительная сеть

По данной схеме институтом «Севкавказгипроводхоз» (г. Пятигорск) [88, 94, 97] запроектирован единственный в РФ орошаемый участок в Красногвардейском районе Ставропольского края и построен Красногвардейским ПМК «Управления «Ставропольмелиоводхоз» в соответствии с рисунком 1.7.



Рисунок 1.7 – Ввод животноводческих стоков в насосной станции ООО «Калалинское» Ставропольского края (общий внутренний вид насосной станции)

В качестве поливной техники использовались машины фронтального типа ДКШ-64 с увеличенным диаметром выпускных насадок. Участок был испытан в 2000 г. [83, 93], но из-за большого количества недостатков испытания были приостановлены, и в настоящее время орошаемый участок разобран.

Основные недостатки:

- высокая стоимость сооружений и эксплуатационных расходов;
- цикличность эксплуатации;
- отсутствие возможности изменения концентрации смеси в процессе полива;
- невозможность соблюдения технологического процесса из-за отсутствия в сети, в процессе полива, поливной воды;
- необходимость наличия увеличенных проходных размеров в водовыпускных дождевальными машинах, вследствие чего наличие необоснованного увеличенного расхода.

В некоторых хозяйствах с использованием ёмкостей применяется маточный

раствор с увеличенным содержанием питательных веществ [85]. К недостаткам такого вида подачи, кроме вышеперечисленных, добавляется отсутствие возможности транспортировки смеси к месту внесения.

В случае использования мобильного транспорта, смысл удобрительных поливов практически полностью теряется из-за невозможности качественного соблюдения всего технологического процесса [10, 86, 126].

1.1.2 Инъекторы для ввода удобрений

При использовании инжектора для ввода удобрений в литературных источниках [38, 39, 40, 41, 119, 122, 123] рекомендуется установить сопло в напорный распределительный трубопровод оросительной сети таким образом, как показано на рисунке 1.2. Данный вид введения удобрений требует необходимых гидравлических расчётов и описания всего технологического процесса.

При введении удобрений по данной схеме, необходимо подробно описывать и проводить расчёт каждой схемы. Очевидно, данная конструкция должна выглядеть в соответствии с рисунком 1.8.

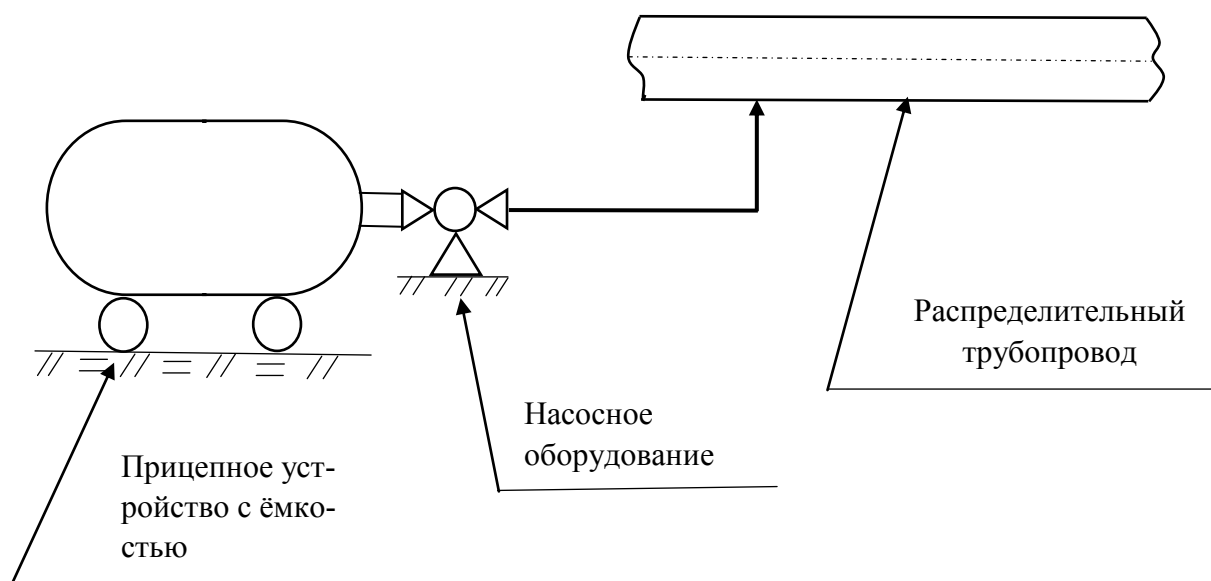


Рисунок 1.8 – Схема инжекторного ввода удобрений в распределительный трубопровод оросительной сети

При рассмотрении данной схемы авторы [31, 42, 43, 124], предлагающие ввод удобрений таким образом, должны расписать подробно для каких площадей возможен данный способ, каким образом осуществлять привод насосного оборудования, по какой границе участка осуществлять подвод удобрений, в чём заключается гидравлический расчёт данной схемы и возможен ли расчёт данного вида в принципе?

Совершенно очевидно, что для предлагаемого ввода удобрений необходимо проводить специальные исследования, после чего рекомендовать для проектирования. Кроме того, при рекомендации использования подобного способа необходимо проводить экономическое обоснование, т.к. по наличию оборудования видно, что способ дорогой и малоэффективный.

1.1.3 Устройство для смешения удобрений и воды непосредственно на гидранте

Данное устройство предложено авторами (см. рисунок 1.3, 1.4) [100, 111], суть которого заключается в вводе удобрений в область низкого давления на гидранте.

К недостаткам, описанным в разделе 1.1.2, при использовании инжекторов ввода удобрений в напорный трубопровод добавлена более усложненная конструкция всей системы. В случае превышения давления в гидранте вода, подаваемая в дождевальную машину, поступит в ёмкость с удобрениями и, вместо удобрительного полива, весь маточный раствор растворится в месте стоянки ёмкости. Вследствие чего, в данном случае также необходим тщательный гидравлический расчёт, которым в каждом конкретном случае в хозяйствах заниматься практически нет возможности.

1.1.4 Система смешения удобрений с водой струйным смесителем

Струйные смесители применяются в промышленности и сельском хозяйстве для проведения процессов смешивания в основном жидкостей. Они показали себя с

положительной стороны в случае грамотного проведения всего технологического процесса. Им присущи все положительные качества струйных аппаратов, разработанных в последние десятилетия [56, 61, 62, 66, 119]. В литературных источниках [17, 18, 19, 20] приводится технологическая схема для возможного использования в качестве смесителей удобрений и воды для малых и средних фермерских хозяйств в соответствии с рисунком 1.9.

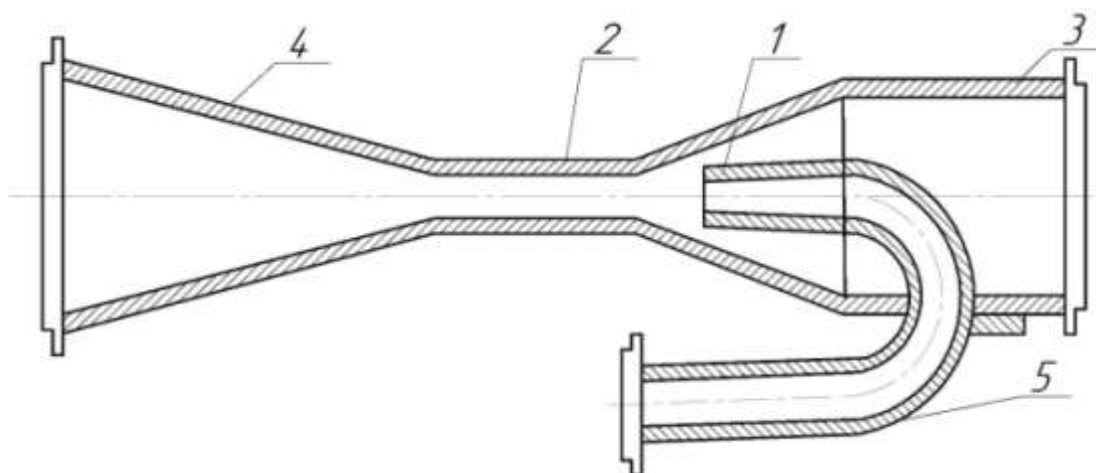


Рисунок 1.9 – Схема смесителя с центральным подводом: 1 – сопло; 2 – камера смешения; 3 – трубопровод подачи удобрений; 4 – диффузор; 5 – трубопровод подачи воды

Данная схема, аналогично вышеописанной, также имеет ряд серьёзных недостатков при смешении удобрений и предложена в литературе [55] без обоснованного внедрения. При этом, напор струйного смесителя 20 м [55] при низком коэффициенте эжекции $\alpha_0 = \frac{Q_1}{Q_0} \approx 0,1$ (Q_1 – подсосываемый смесителем расход, Q_0 – рабочий расход в смесителе), в следствие чего, при внесении удобрений в оросительную сеть давление в напорном трубопроводе необходимо поддерживать на величине не менее 20 м. Из данного обстоятельства следует, что сеть такого рода может использоваться в основном для капельного орошения.

При напоре 20 м после смесителя коэффициент эжекции минимальный и подача удобрений может увеличиться на неопределенное время, что, очевидно, нежелательно для технологического процесса выращивания многих видов сельскохозяйственных культур.

При напоре 20 м после смесителя коэффициент эжекции минимальный и подача удобрений может увеличиться на неопределенное время, что, очевидно, нежелательно для технологического процесса выращивания многих видов сельскохозяйственных культур.

Вторым серьёзным недостатком данной схемы является необходимость устройства линии рециркуляции для подачи чистой воды, которая также оборудуется арматурой, играет основную роль в схеме участка и должна быть постоянно задействована в обход основного трубопровода.

По схеме, представленной на рисунке 1.9, возможность смешения удобрения ограничена до одного компонента.

1.1.5 Смешение удобрений в сети орошения

Используемая установка (см. рисунок 1.4) [111] включает насос 1 с всасывающим трубопроводом 2 [120], напорным трубопроводом 3, трубопроводом рабочей воды 4, смесителем 5, задвижку 6, клапан 7, манометр 8, жижепровод 9, трубопровод минеральных удобрений 10 с клапаном 11 и щели для подачи удобрений 12, узел смешения 13.

Работа установки заключается в следующем: при пуске включается насос 1, задвижка 6 закрыта. Проходя через насос 1, вода поступает в трубопровод 3 и по трубопроводу 4 в смеситель 5. При закрытом клапане 7 напор в смесителе равен напору в сети.

При подаче смеси в сеть с принятым расходом, задвижка 6 открывается и при наличии характеристики смесителя 5 по манометру 8 вычисляется давление, которое, как правило, соответствует давлению подсосываемого расхода стоков. Одновременно открывается клапан 7 вследствие разности сопротивлений в трубопроводах 9 и 10. В смеситель 5 поступают животноводческие удобрения.

При подаче минеральных удобрений, с помощью задвижки 6 уменьшается напор, при этом расход стоков увеличивается, с одновременным увеличением скорости в щели 12 и, соответственно, скоростного напора, энергии выравниваются в створе трубопровода 10. Клапан 11 открывается, процесс подсосывания удобрений возобновляется.

При наличии показаний манометра и подсосываемого расхода имеется возможность транспортировки удобрений в оросительную сеть и их дозировки.

Преимущества предлагаемого смесителя: схема работает независимо от отметок уровней стоков и воды, возможность дозировки, устранение дефицита питательных веществ, изменение концентрации в процессе работы, простота эксплуатации.

По данной схеме проводилось смешение на участке орошения в Азовском районе Ростовской области при выращивании кормовой свёклы в 2010–2011 гг. на площади 80 га, с помощью изменяемого вакуума, регулирующего степень всасывания удобрений и концентрацию удобрительной смеси. Испытания установки показали множество положительных качеств конструкции. Но в серийный выпуск из-за сложности в гидравлических расчётах установка допущена не была. В настоящее время используется в единичных случаях на площадях крупных фермерских хозяйств.

В качестве недостатков в устройствах такого рода отмечена сложность конструкции смесителя, наличие необходимого насосного оборудования и большого количества арматуры, необходимость в обслуживании предварительно подготовленного персонала.

Проведённый анализ устройств в системах смешения показывает, что все вышеперечисленные схемы сложны как в устройстве, так и в эксплуатации, требуют проведения дополнительных исследований, разработки алгоритмов и методики гидравлических расчётов и являются предметом серьёзных исследований при внесении питательных веществ в почву. Кроме того, в вышеописанных системах, при удобрительных поливах, необходимый набор питательных элементов не вносится.

1.2 Гидравлический процесс смешения, подсасываемого и рабочего потоков в камере смешения струйных смесителей

При смешении происходит обмен импульсов и масс потоков – рабочего и подсасываемого.

Существующие способы расчёта, с использованием теории смешения бази-

руются на уравнениях количества движения, и, отличаются учётом потерь энергии, в проточной части смесителя.

Во всех вышеописанных методах давление в камере предполагается постоянным, а скорости в сечениях рабочего и подсасываемого потоков равномерны [16, 74, 103].

Механизм вовлечения струи, вытекающей из сопла, представлен следующим образом.

Потоки – рабочий и подсасываемый при одном давлении по сторонам раздела, имеют поступательные скорости, обозначаемые V и U , при этом поверхности распадаются на вихри.

При небольшом случайном возмущении, когда поверхность принимает волнообразную форму, появляющиеся волны распространяются при средней величине первоначальных скоростей.

В системе отсчёта, потоки остаются неподвижными, как нижний, так и верхний.

Такого вида распространение давления указывает на характер движения. Из мест, где давление увеличено, жидкость перетекает в места, где давление понижено.

Установив законы вихреобразования, в дальнейшем рассматривается поведение водоворотной массы на поверхностях раздела. Движущаяся масса обладает скоростью с определённым направлением вращения – против часовой стрелки.

Процесс такого рода не исключает перемещения частиц струи, обладающей высокой энергией в подсасываемый поток.

Для простоты на рисунке 1.10 приведена схема струйного насоса с коническим соплом.

Рабочая струя при изменении плотности от ρ_0 до ρ_2 вовлекает подсасываемый поток боковой поверхностью, и суммарный поток переходит в струю рабочего потока [78, 79].

Подсасываемым потоком для рабочей струи считается область, непосредст-

венно прилегающая к рабочей струе.

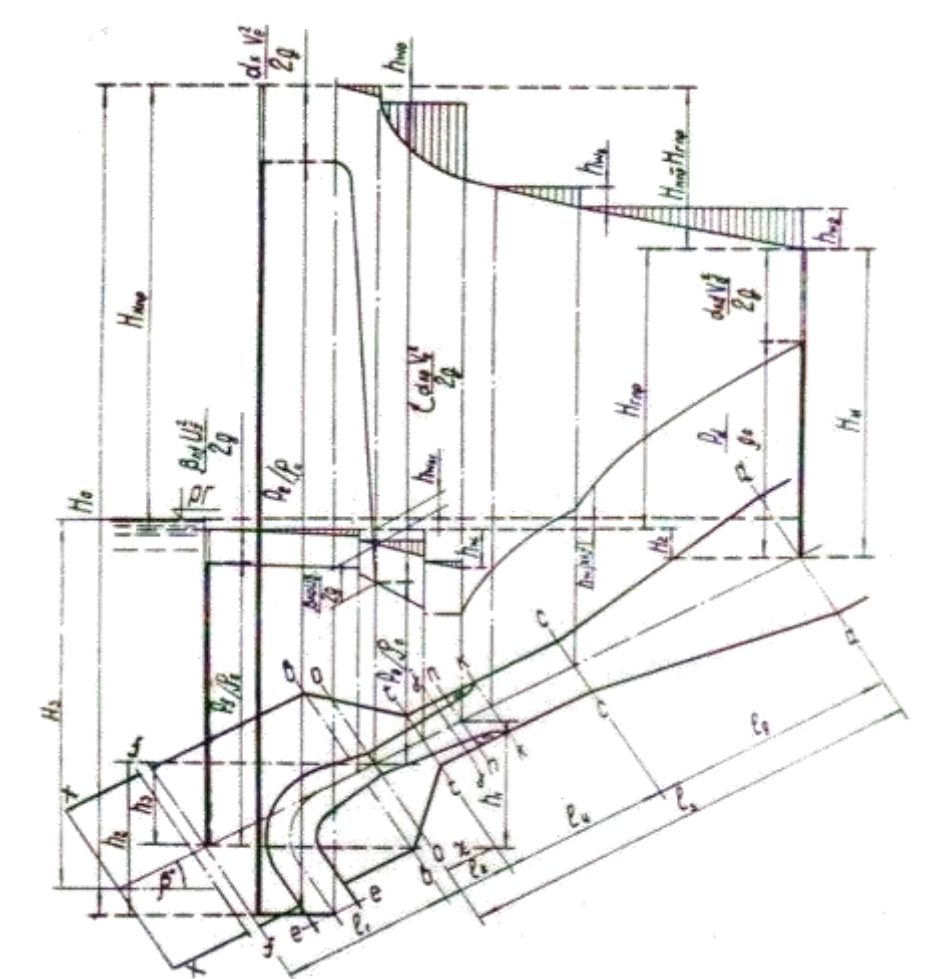


Рисунок 1.10 – Схема взаимодействия и смешения потоков в проточной части струйного смесителя

Средняя скорость подсасываемого потока меняется в зависимости от камеры смешения и значения коэффициента подсосывания. При приближении к транзитному участку, скорость падает и в сечении $n-n$ обращается в ноль, при этом весь эжектируемый поток переходит в рабочую струю.

Имеются все основания считать плотность подсасываемого потока по длине участка постоянной, но плотность рабочей струи изменяется в её поперечном сечении.

На участке между сечениями $K-K$ и $C-C$, S_T смешанный поток движется с постоянным расходом, образуя на его поверхности валец, тем больше, чем меньше коэффициент эжекции.

Из изложенного следует, что падение напора смешения не является следст-

вием возникновения кавитации.

Данный анализ известных методов расчёта струйных аппаратов показывает, что наиболее достоверно характер гидравлических процессов, протекающих в камере смешения, отражает расчётный метод П.Н. Каменева [55], учитывающий явление внезапного расширения смешанного потока.

Однако в методе П.Н. Каменева не определяется местоположение данного внезапного расширения, что исключает возможность дифференциации потерь энергии подсосываемого и смешанного потоков в камере смешения.

Кроме того, в приведённом методе, как и в методах, не учитывающих неравномерность скорости в живых сечениях, взаимодействующих и смешанного потоков, не представляется возможность оценить полную кинетическую энергию потоков, что, с одной стороны – снижает точность расчётов, а с другой – исключает возможность получения расчётным путём продольных размеров аппарата.

Из вышеизложенного следует, что:

- известные методы, использующие теорию турбулентных струй, развивающихся в спутном потоке, не доведены до расчётных формул, позволяющих с необходимой точностью рассчитывать оптимальные геометрические размеры аппарата и подобрать насос-нагнетатель, обеспечивающий наиболее эффективную работу всей установки для заданных двух рабочих параметров – подсосываемого расхода и высоты подачи;

- существующие методы расчёта достоверно не освещают причин резкого падения в ряде случаев напора рабочего потока смесителя с некоторого значения коэффициента смешения;

- КПД аппаратов [55, 69, 74] остаётся сравнительно низким: у аппаратов с коническим насадком $\eta_{\max} = 33\text{--}36\%$ при $m = 4$, $l_{\text{ц}} = (4\text{--}7) D_{\text{ц}}$, $z = (0\text{--}1) D_{\text{ц}}$, $\theta = 6\text{--}8^\circ$, $l_{\text{д}} = (4\text{--}7) D_{\text{ц}}$; у кольцевых аппаратов с одноповерхностной рабочей струёй – $\eta_{\max} = 27\%$ при $m = 1,54$, $l_{\text{ц}} = (4\text{--}4,5) D_{\text{ц}}$;

- приведённый анализ позволяет рассчитать струйную установку при задании двух исходных данных – весового подсосываемого расхода Q_1 и высоты (дальности) подачи H_c .

1.3 Существующие методы гидравлического расчёта смешения удобрений и воды в камерах смешения струйных смесителей

Расчёт струйных смесителей можно классифицировать по группам [69, 74]:

- расчёт по теории смешения потоков;
- расчёт по теории растекания турбулентной струи;
- расчёт по эмпирическим данным.

При расчёте смесителей, по теории смешения [74], положено, условие при котором происходит обмен импульсов, который основан на уравнении количества движения между начальным и конечным сечениями. Теория использована В.Э. Фридманом [103], и расчёт сводится к определению скорости рабочего и подса

сываемого потоков относительного напора струйного аппарата $\overline{H}_r = \frac{1}{m_{opt}}$ (где

m_{opt} – относительная характеристика смесителя сопла) и коэффициента смешения

$$\alpha_0 = \frac{Q_1}{Q_0} \quad (Q_1 \text{ – подсасываемый расход, } Q_0 \text{ – рабочий расход}).$$

Рассмотрение метода Н.А. Ржаницына [84], основанного на теории растекания затопленной струи, в назначении расстояния между обрезом сопла и началом цилиндрической части камеры смешения не оправдан на практике вследствие отсутствия расчёта потерь энергии на впускное расширение.

Наиболее удачным методом расчёта является расчёт, основанный на эмпирических данных В.Э. Фридмана [103].

Основываясь на эмпирических зависимостях, Б.Э. Фридманом получены формулы для вычисления напора струйного смесителя \overline{H}_r , коэффициента смешения α_0 , оптимальной геометрической характеристики m , оптимальных геометрических параметров, диаметра сопла d_0 , диаметра смесителя $d_{ц}$, угла раскрытия диффузора. Несмотря на многие положительные стороны расчёта с использованием эмпирических данных, зависимости имеют некоторую неопределённость. Геометрическая характеристика m определяется, задаваясь произвольным значением

относительного напора \overline{H}_r , и вычисляется по предлагаемой формуле $m = \frac{1}{H_r}$.

Данные методы расчёта дают точные решения в заложенном для разработки диапазоне.

Основным недостатком данных методов является отсутствие возможности анализа качественного и количественного характера эффективности струйных аппаратов.

1.3.1 Методы гидравлического расчёта смешения животноводческих стоков с водой

Животноводческие стоки считаются наиболее эффективными удобрениями, положительно влияющими как на процесс подкормки растений, так и на структуру почвы. Перегнившая масса в РФ и за рубежом в основном вносится мобильными разбрасывателями (рисунок 1.11).



Рисунок 1.11 – Мобильный разбрасыватель органических удобрений

Свежие животноводческие стоки после карантинирования и разделения на фракции утилизируют в основном дождеванием и поливом по бороздам.

Внесение дождеванием вносит определённые сложности для использования

гидромеханического оборудования, трубопроводной сети и струйных смесителей. Использование струйных смесителей возможно как без разделения стоков на фракции по схеме (рисунок 1.12) [94], так и с устройством для разделения) [95] (рисунок 1.13).

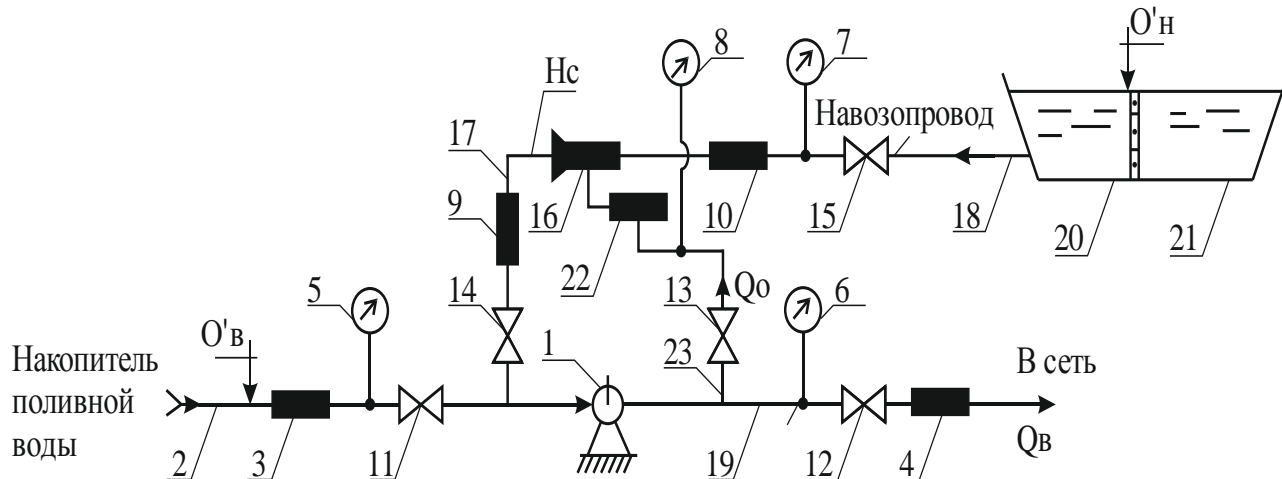


Рисунок 1.12 – Схема внесения жидкого навоза: 1- насосное оборудование, 2- трубопровод насоса, 3-10,22 – манометры, 11-15 – задвижки, 16-смеситель, 17- трубопровод смесителя, 18-навозопровод, 19- трубопровод смеси навоза с водой, 20,21 – накопители навоза

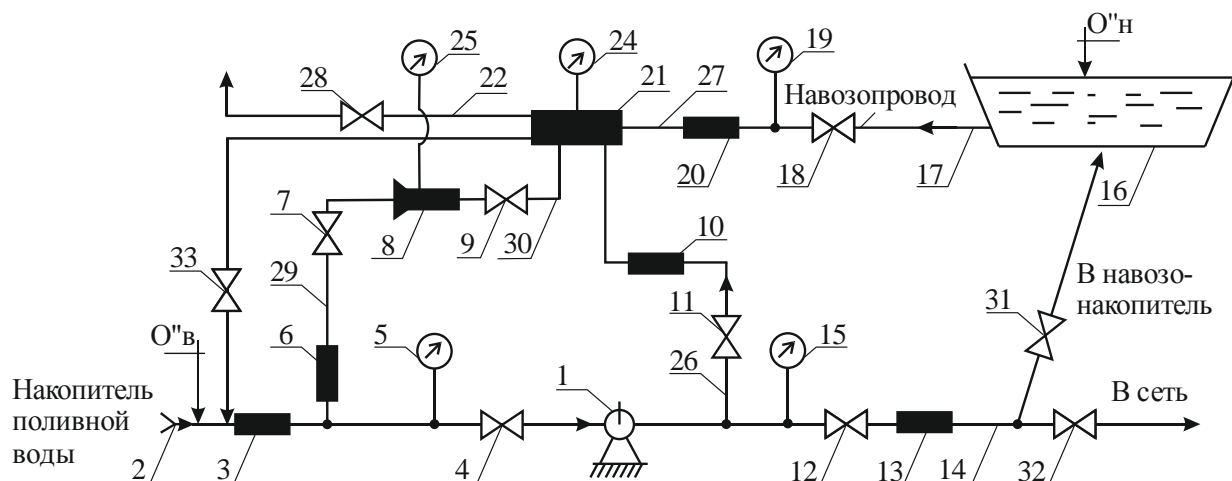


Рисунок 1.13 – Схема внесения животноводческих стоков с устройством для разделения на фракции

В литературе [108] встречаются предложения по подготовке всего комплекса удобрений перед внесением (рисунок 1.14).

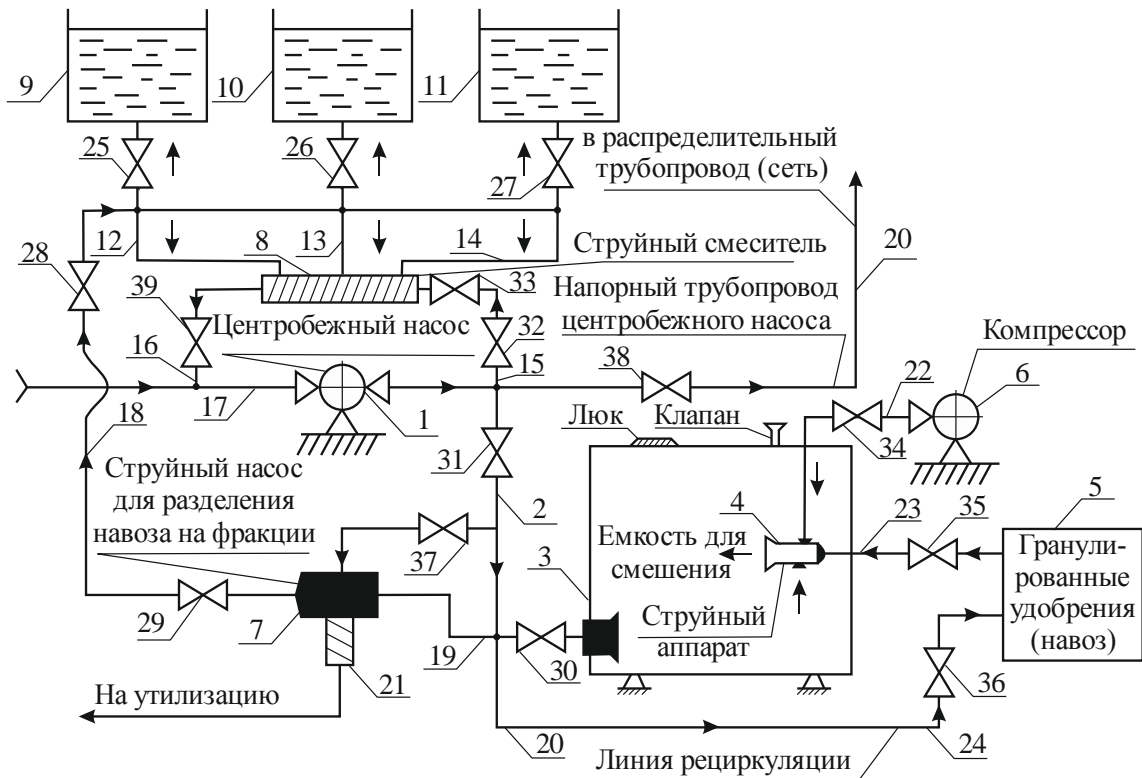


Рисунок 1.14 – Схема подготовки комплекса удобрений перед внесением: 1-насосная станция; 2- ёмкость, 3-струйный аппарат; 4-эжектор; 5-воздушный насос; 6-компрессор; 7-разделитель; 8-смеситель; 9,10,11 – ёмкости; 12,13, 14 – всасывающие трубопроводы; 15-линия рециркуляции; 16-трубопровод смесителя; 17-всасывающий трубопровод; 18-напорный трубопровод; 19-патрубок струйного насоса; 20-трубопровод насосной станции; 21,23,24 – трубопроводы компрессора; 22-трубопровод эжектора; 25-39 – задвижки.

В таком случае готовятся и вносятся животноводческие стоки, минеральные удобрения и микроэлементы. При гидравлических расчётах трубопроводов и оборудования для транспортировки воды используются гидравлические справочники [52].

При расчётах гидротранспорта жидкого навоза в значения коэффициента гидравлического сопротивления фасонины ζ и по длине λ вносятся соответствующие коррективы. При безнапорной сети скорость движения навоза определяется из выражения $V_{min} = \alpha\sqrt{R}$ [52] где α – коэффициент, зависящий от содержания сухого вещества в жидком навозе (1,9÷2,1), R-гидравлический радиус, м. При расчёте напорных трубопроводов и элементов оросительной сети расход в голове трубопроводе

определяются по зависимости [64]:

$$Q_{\text{тр}} = q_{\text{ср}} \frac{L}{2q \cdot a} \quad (1.1)$$

где: $Q_{\text{тр}}$ - расход, м³/с; L – длина трубопровода; a – расстояние между водовыпусками; $q_{\text{ср}}$ – расход в голове, м³/с определяемый по зависимости

$$q_{\text{ср}} = \frac{q_{\text{max}} + q_{\text{min}}}{2} \quad (1.2)$$

q_{max} , q_{min} – соответственно максимальный и минимальный расход в голове трубопровода

Коэффициент λ определяется по зависимости:

$$\lambda = \frac{0,184}{d^{0,19}} \cdot (0,37 \cdot 10^{-6} + \frac{\nu}{v})^{0,19} \quad (1.3)$$

где ν - коэффициент кинематической вязкости.

Диаметр водовыпускных отверстий определяется по зависимости:

$$d_{\text{ср}} = \sqrt{\frac{0,5 \cdot q_{\text{ср}}}{3,48 \cdot \mu \sqrt{h}}} \quad (1.4)$$

где 0,5 – учёт количества водовыпусков; h - напор, м; μ - коэффициент расхода

Напор насосных агрегатов определяется по зависимости:

$$H = h_{\text{г}} + \sum h_e + (h_{\text{м}} - h_{\text{у}} + h_{\text{в}}) \quad (1.5)$$

где $h_{\text{г}}$ – геометрическая высота подъёма; $\sum h_{\text{wc}}$ – потери по длине; h_{w} – местные потери; $h_{\text{у}}$ – напор в голове, $(h_{\text{м}} - h_{\text{у}} + h_{\text{в}})$ – потери во всасывающем и напорном трубопроводах.

Количество насосов в насосной станции определяется по формуле:

$$n = Q_{\text{max}} / Q_{\text{min}}, \quad (1.5)$$

где Q_{max} , Q_{min} – соответственно максимальный и минимальный расходы в сети

1.4 Конструкции струйных смесителей

Многие конструкции струйных смесителей используются по другим направлениям в народном хозяйстве, основную роль при этом играет отрицательная потенциальная энергия в корпусе аппарата (вакуум) с использованием которой

работают десятки направлений в промышленности. Как было ранее указано основной конструкцией, начало которой положено с первых десятилетий прошлого века, является аппарат с центральным подводом рабочей жидкости (рисунок 1.15), который используется для настоящего времени, состоящий из входных трубопроводов – рабочего, подсасывающего и и выходного для суммарного потока.

В дальнейшем, вследствие усовершенствования всасывающей линии, В.А. Бороздичем [17] разработана конструкция (рисунок 1.16) с отсутствием камеры смешения, позволяющая наличие наибольших проходных размеров в месте входа всасываемого потока.

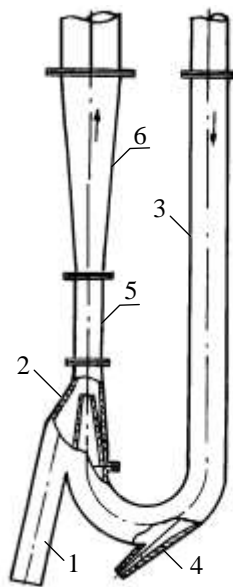


Рисунок 1.15 – Струйный смеситель с центральным подводом рабочей жидкости:

1 - входной патрубок, 2 - сопло,
3 - напорный трубопровод,
4 - рыхлитель, 5 – камера смешения,
6 – труба расширительная

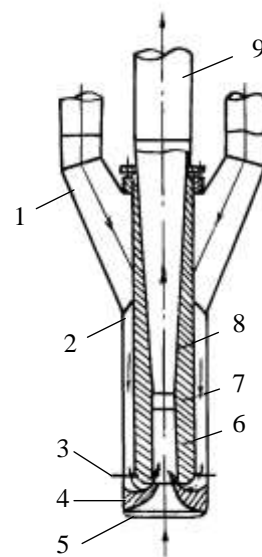


Рисунок 1.16 – Струйный насос кольцевого типа конструкция В.А. Бороздича:

1 – напорный трубопровод, 2 - вакуум пространство, 3 - кольцевая щель, 4 - всасывающий патрубок, 5 - сетка, 6 - камера смешения, 7 - патрубок, 8 – расширительная труба, 9 - нагнетательный пульпопровод

В конце прошлого века Г.Е. Мускевич запатентовал кольцевой двухповерхностный струйный аппарат [69] отличающийся повышенными энергетическими характеристиками вследствие укороченной камеры смешения (рисунок 1.17)

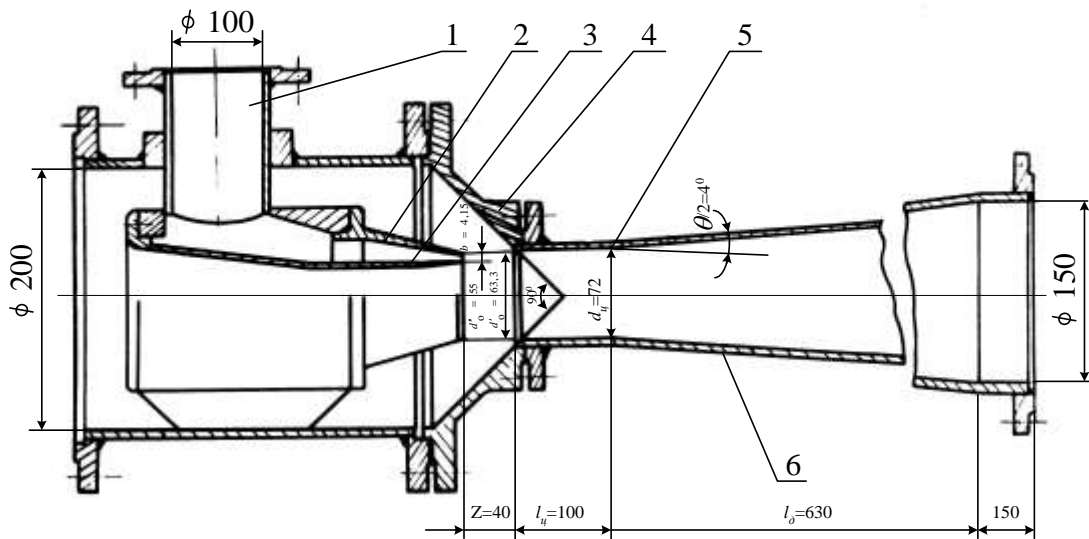


Рисунок 1.17 - Струйный аппарат конструкции Г.Е. Мускевича: 1 – трубопровод подачи воды, 2,3 – насадки, 4 – конфузор, 5 – камера смешения, 6 – диффузор

В последствии проф. С.А. Тарасьянцем, на основе двухповерхностного аппарата Г.Е. Мускевича разработан ряд конструкций позволяющих их использование не только в качестве смесителей удобрений, но и в других отраслях:

-насос с 2-х поверхностной струей [95] (рисунок 1.18)

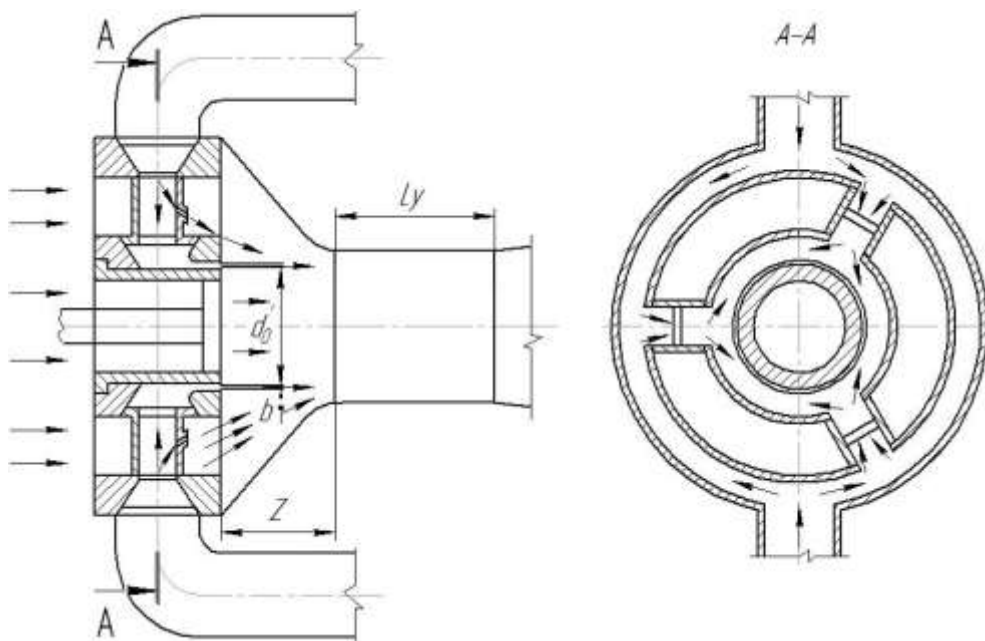
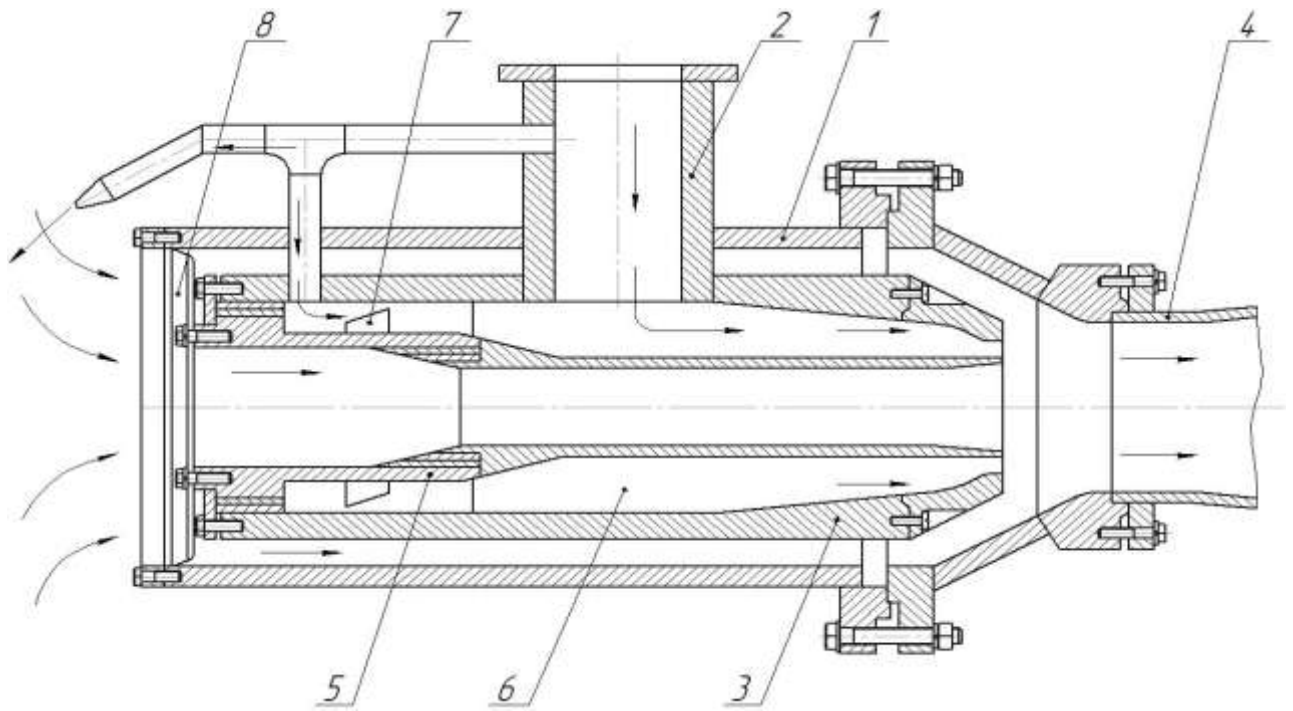


Рисунок 1.18 – Двухповерхностной смеситель

- смесителем с размельчителем навозной массы [94] (рисунок 1.19)



1 - корпус, 2 – рабочий патрубок, 3 - насадка, 4 – смесительная камера, 5 - подвижные ножи, 6 - канал, 7 - лопатки, 8 – ножи неподвижные, 9 - конфузор

Рисунок 1.19 – Смеситель с размельчителем

- смеситель с подвижными ножами [93] (рисунок 1.20)

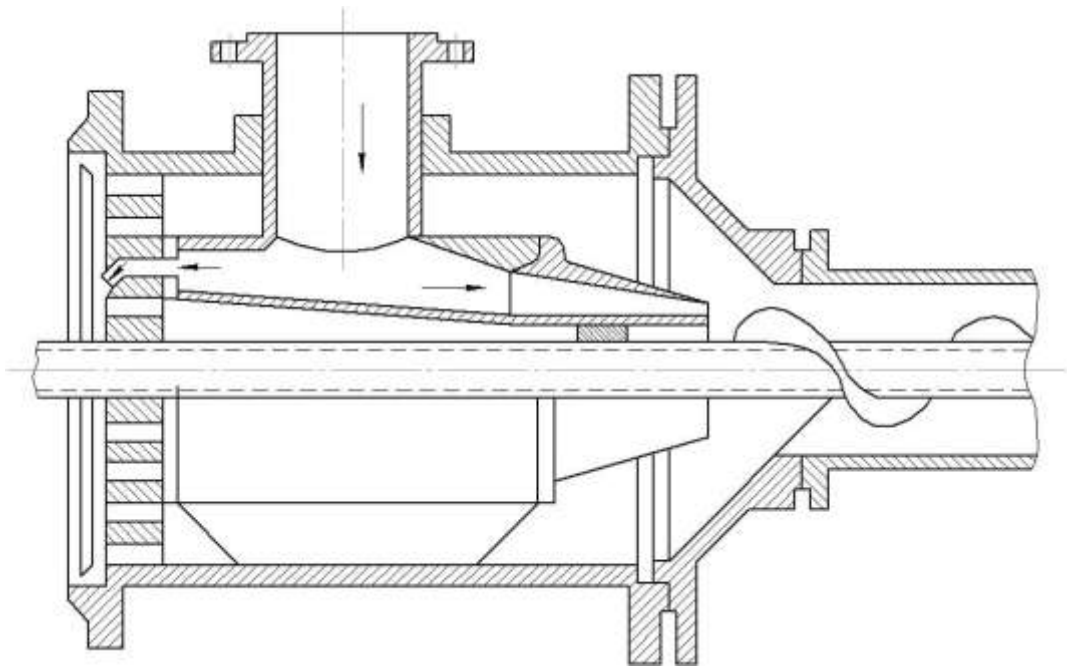


Рисунок 1.20 – Смеситель с устройством для размельчения

Насос комбинированный (рисунок 1.21) [94]

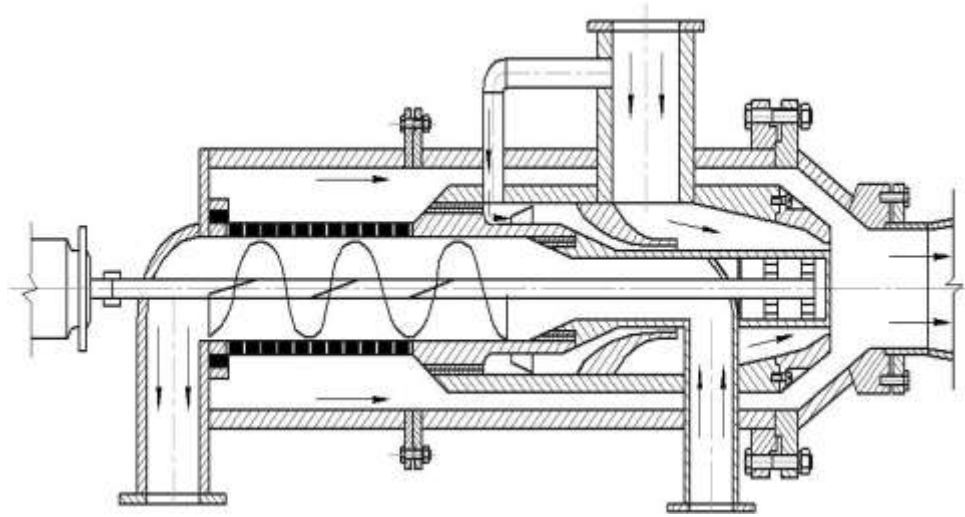
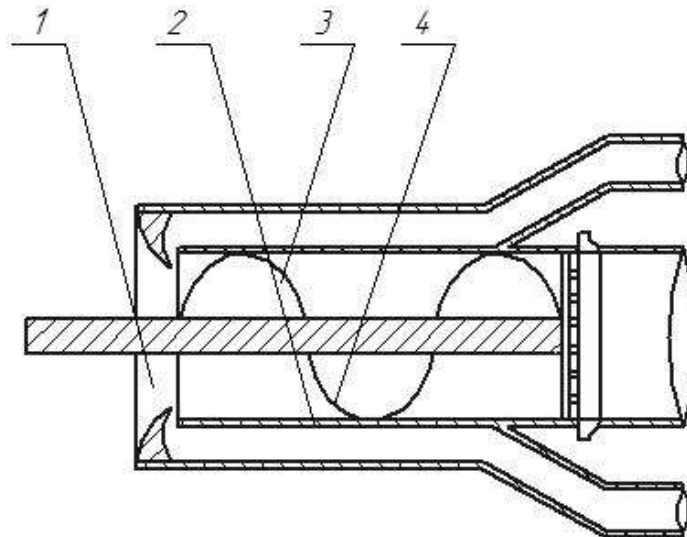


Рисунок 1.21 – Шнековый смеситель с размельчителем

-смеситель с размельчителем в виде шнека [95] (рисунок 1.22)



1–вход в трубопровод, 2-смеситель, 3-шнек, 4-ножи, 5-сетка, 6-трубопровод подачи рабочей воды

Рисунок 1.22 – Смеситель навоза с водой с размельчителем в виде шнека

Вышеуказанные струйные насосы, смесители, эжекторы используются во многих отраслях народного хозяйства с значительными повышенными энергетическими характеристиками позволяющими сократить как потребление энергии при их эксплуатации, так и повысить производительность используемых гидромеханических устройств. По сравнению с исследуемым кольцевым четырёхкомпонентным смесителем вышеописанные смесители имеют существенный недостаток – отсутствие возможности забора и транспортировки микроудобрений.

Выводы по главе

1. Анализ существующих устройств в системах смешения показывает, что вышеперечисленные схемы сложны как в устройстве, так и в эксплуатации, требуют проведения дополнительных исследований для внедрения в производство, не используются в случае необходимости внесения всего комплекса удобрений.

2. Известные методы, использующие теорию турбулентных струй, не доведены до расчётных формул, позволяющих с необходимой точностью рассчитывать оптимальные геометрические размеры аппарата и подобрать насос-нагнетатель, обеспечивающий наиболее эффективную работу всей установки для заданных двух рабочих параметров – подсосываемого расхода и высоты подачи.

3. Существующие методы расчёта достоверно не освещают причин резкого падения напора смесителя с некоторого значения коэффициента смешения.

4. КПД аппаратов остаётся еще сравнительно низким: у аппаратов с коническим насадком $\eta_{\max} = 33\text{--}36\%$ при $m = 4$, $l_{\text{ц}} = (4\text{--}7)D_{\text{ц}}$, $z = (0\text{--}1)D_{\text{ц}}$, $\theta = 6\text{--}8^\circ$, $l_{\text{д}} = (7\text{--}10)D_{\text{ц}}$; у кольцевых аппаратов с одноповерхностной рабочей струей – $\eta_{\max} = 27\%$ при $m = 1,54$; $l_{\text{ц}} = (4\text{--}4,5)D_{\text{ц}}$.

На основании вышеизложенного сформулированы цель и задачи настоящих исследований, целью которых является повышение эффективности систем смешения органических и минеральных удобрений с водой при поливах овощных культур.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- изучение современных технологий и технических решений устройств систем смешения удобрений с водой и подачи удобрений на поля;
- разработка технологического процесса эксплуатации струйного четырёхкомпонентного смесителя удобрений с водой при выращивании овощных культур;
- разработка теоретических основ расчёта параметров струйного четырёхкомпонентного смесителя удобрений с водой;
- вывод натуральных, экспериментальных математических зависимостей процесса ввода удобрений струйным четырёхкомпонентным смесителем удобрений;
- экономическое обоснование струйной системы смешения минеральных и органических удобрений с водой при поливах овощных культур.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ СМЕШЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ С ВОДОЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТРУЙНОГО ЧЕТЫРЁХКОМПОНЕНТНОГО СМЕСИТЕЛЯ

Известно, что при выращивании сельскохозяйственной продукции используются удобрительные поливы с внесением удобрений. Удобрения вносятся в смеси с поливной водой. В настоящем разделе описан технологический процесс внесения удобрений с использованием четырёхкомпонентного струйного смесителя [76, 77] и расчёт объёма питательных веществ для удобрительных поливов овощных культур, перца сладкого в открытом грунте и томата в защищённом на планируемый урожай 600 ц/га.

Схемы предлагаются в двух вариантах:

– схема для использования на крупных фермерских хозяйствах и выращивания овощных культур в незащищённом грунте (на примере выращивания перца сладкого);

– схема для использования в мелких фермерских хозяйствах и выращивания овощных культур в защищённом грунте (на примере выращивания томата).

2.1 Технологический процесс внесения удобрений смесителем при выращивании перца сладкого на исследуемом участке с незащищённой почвой

Наряду с наиболее распространёнными овощными культурами, достойное место занимает культура перца сладкого [29, 30, 118, 126, 132].

Перец – поливитаминная культура, по содержанию витамина С занимает одно из первых мест среди всех культивируемых растений, является природным источником витамина Р (рутина), витаминов группы В (тиамин, рибофлавин, пантотеновая и фолиевая кислота), содержит значительное количество каротиноидов (каротин, ксантофилл, ликопин, капсантин) и антоцианов, придающих спелым плодам перца различный цвет. Плоды перца содержат значительное количество минеральных солей, особенно калия, кальция, железа. Как поливитаминное рас-

тение сладкий перец очень полезен для лечения малокровия, используется при артрите, полиневрите, авитаминозе [57, 58].

Перец в открытом грунте выращивают рассадным способом. Более перспективен способ выращивания рассады в кассетах без пикировки. В таком случае рассада растёт быстрее, быстрее накапливает листовую поверхность и корни, приживается и ускоряет рост после высадки в поле. Возраст рассады перца без пикировки не превышает 45–50 дней.

Высадка перца проводится при температуре не ниже плюс 13–15°C, в этом случае почва прогревается до плюс 10–12 °C.

Как правило, рассаду заделывают на несколько сантиметров глубже корневой шейки [58].

Активные корневые волоски рассады перца сосредоточены в основном в слое 15–30 см, ниже 40 см их значительно меньше, а на уровне 60 см встречаются единичные корешки. Восстановительная способность корневой системы у перца выражена слабо [58].

В условиях внесения оптимальных доз удобрений и поливов возможно выращивание перца до 120–140 тысяч растений на га. Дальнейшее увеличение количества даёт прибавку урожая, но не всегда экономически оправдано. В условиях Молдавии при оптимальном водообеспечении и внесении расчётных доз удобрений высаживается на 1 га 100–120 тыс. растений по схеме $(70 + 35 + 35) \times 20$ см. Оптимальная схема посадки перца сладкого для Ростовской области $(90 + 50) \times 18 - 20$ [21, 22, 25]. Оптимальный рост и развитие растений перца возможен при достаточно сбалансированном обеспечении растений доступными питательными веществами, для чего дозы вносимых удобрений устанавливаются в зависимости от содержания элементов питания в почве и потребности растений в них с учётом фазы развития. Перец требователен к минеральному питанию, для образования 10 тонн плодов расходуется 53 кг N, 14 кг P₂O₅ и 70 кг K₂O [59].

Из паслёновых культур перец чувствителен к избытку в почве растворимого азота при этом ускоренно увеличивается вегетативная масса в ущерб плодообразо-

ванию. Фосфор и калий способствуют увеличению урожая и ускоряют созревание плодов. Оптимальная норма внесения минеральных удобрений в условиях Краснодарского края составляет $N_{90}P_{130}K_{100}$, в условиях Западной Сибири – $N_{60}P_{135}K_{90}$. В условиях Ростовской области на обыкновенных чернозёмах – $N_{120}P_{120}K_{120}$. Исключение составляет калий, резко снижающий эффективность отдельных видов удобрений [57].

Растения перца реагируют на условия питания и при благоприятном их сочетании положительно отзываются на внесение удобрений. Первую подкормку вносят в период, когда растения хорошо приживутся после посадки по 10–15 кг азота, фосфора и калия. Вторую и последующие подкормки проводят в период вегетации и массового плодообразования, при наиболее активном нарастании органической массы используют фосфор, азот, калий и микроэлементы по 10 кг д.в. [58].

По внесению воды перец занимает одно из первых мест среди овощных культур. Орошение служит дополнительным источником естественных осадков.

По водопотреблению перец сладкий превышает томат [48]. При хорошем водообеспечении, применении комбинированного орошения [35] растений в период образования и формирования плодов урожай плодов возрастает, улучшается их качество (содержание сахаров, каротина, витамина С и др.) [58].

На исследуемом участке посадка проводилась 50-дневной рассадой без пикировки, выращенной в ОАО «Сад-Гигант» Славинского района Краснодарского края. Схема посадки – 70×25 см. Количество растений – 57,1 тыс./га.

Уборка плодов проводилась сплошным способом вручную, начиная с начала августа по конец сентября.

Исследуемый способ внесения удобрений применялся при выращивании перца сладкого на полях Бирючукской опытной селекционной станции (г. Новочеркасск) по схеме в соответствии с рисунками 2.1, 2.2. Доза питательных веществ рассчитывалась на планируемую урожайность 600 ц/га с учётом наличия в почве питательных веществ (приложение Л).

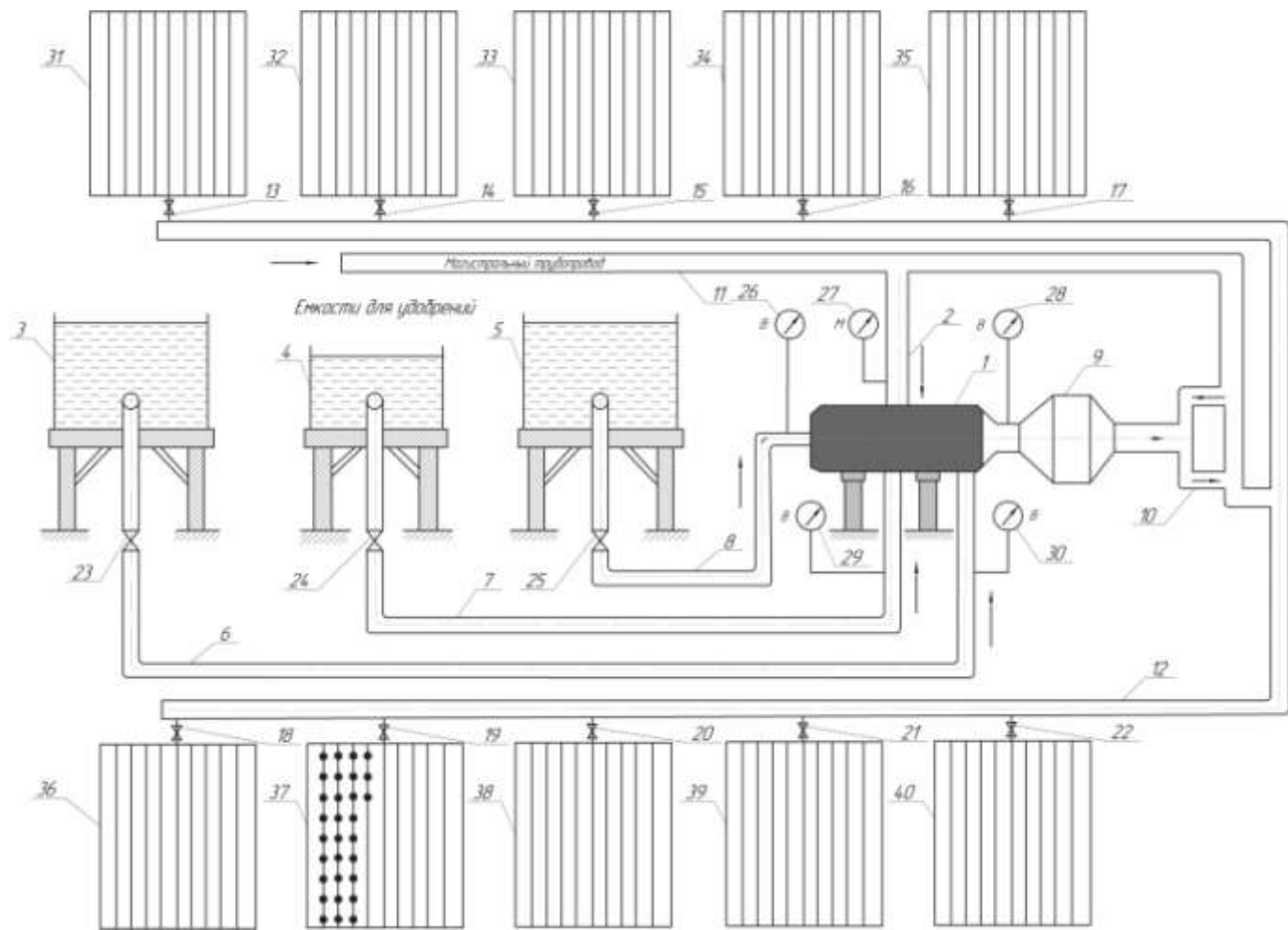


Рисунок 2.1 – Технологическая схема внесения удобрений на участки орошения с незащищённым грунтом при выращивании перца сладкого: 1– струйный аппарат; 2 – рабочий трубопровод; 3, 4, 5 – ёмкости для удобрений; 6, 7, 8 – всасывающие трубопроводы; 9 –напорный трубопровод; 10 – байпас; 11 – магистральный трубопровод; 12 – распределительный трубопровод; 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25– задвижки; 26, 27, 28, 29, 30 – манометры; 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40 – участки орошения



Рисунок 2.2 – Установка оборудования на незащищённом участке при выращивании перца сладкого. Общий вид

По вышеприведенной схеме, в соответствии с рисунком 2.1, удобрения вносились с использованием капельного полива по следующему порядку:

1. При рассчитанных дозах удобрений на планируемый урожай заполняются ёмкости 3, 4, 5 вытяжкой животноводческих стоков, минеральными удобрениями и микроэлементами.

2. Рассчитываются режимы орошения.

3. Пускается в работу струйный смеситель, способный создавшимися вакуумом в корпусе проводить забор и подачу удобрений в сеть из ёмкостей.

4. По мере необходимости подачи тех или иных видов удобрений открываются задвижки 23, 24, 25 (предпочтение отдаётся вытяжке животноводческих стоков) и по мере выдачи имеющихся питательных веществ, находящихся в стоках и в случае дефицита, открывается задвижка на трубопроводе подачи минеральных удобрений.

5. Вносится дефицит питательных веществ на основании проведённого рас-

чёта с использованием минеральных удобрений.

Изменение концентрации смеси проводится соответствующими задвижками 23, 24, 25 на трубопроводах подачи удобрений.

2.2 Технологический процесс внесения удобрений смесителем при выращивании томатов на исследуемом участке с защищённой почвой

В хозяйствах, выращивающих овощи, томат занимает особое место, являющийся наиболее распространенной культурой. В последнее время, особенно в южных районах РФ, развивается способ выращивания томатов в защищённом грунте с возможностью внесения различных видов удобрений.

Согласно литературным источникам [33, 36, 39, 54, 57, 58, 117, 118, 132] на 1 тонну продукции используется питательных веществ: по азоту N – 3 кг, по фосфору P_2O_5 – 1,2 кг, по калию K_2O – 0,5 кг.

Томат – культура теплолюбивая, и надёжно защищённая почва способствует выращиванию как рассады, так и плодов. Кроме того, при интенсивном способе выращивания необходимо иметь надёжную систему орошения, с возможностью использования различных способов удобрительных поливов.

При защищённых почвах, как правило, таким способом является капельный полив, позволяющий надёжно выдерживать рассчитанные режимы орошения и нормы внесения удобрений.

Урожайность в защищённом грунте. В зависимости от сорта (в настоящих исследованиях использовался сорт томата «МАХИТОС») урожай может достигать 5 кг с одного растения.

Схема посадки зависит от принятого загущения. Различают однострочную (70 × 30 см) и ленточную двухстрочную (120×60×30 см) схемы. Семена высеваются в первой декаде января. Высаживание рассады на исследуемом не отапливаемом участке площадью 0,60 га в первой декаде марта. В качестве удобрений вносилась вытяжка стоков КРС, рассчитанная по азоту, дефицит калийных и фосфорных удобрений вносился минеральными удобрениями.

Минеральные удобрения вносились по дополнительным рекомендациям агрономической службы и настоящим расчётом на планируемую урожайность. Подкормка за весь период вегетации вносилась 16 раз. Уборка проводилась с 1 июня по 30 августа 2020 г.

Внесение удобрений при выращивании томата проводилось по схеме в соответствии с рисунками 2.3, 2.4 на опытном участке 0,6 га с высадкой 10 тыс. растений в малом фермерском хозяйстве станицы Заплавской Октябрьского района Ростовской области. С использованием капельного орошения (10 тыс. капельниц с расходом 3,5 л/ч).

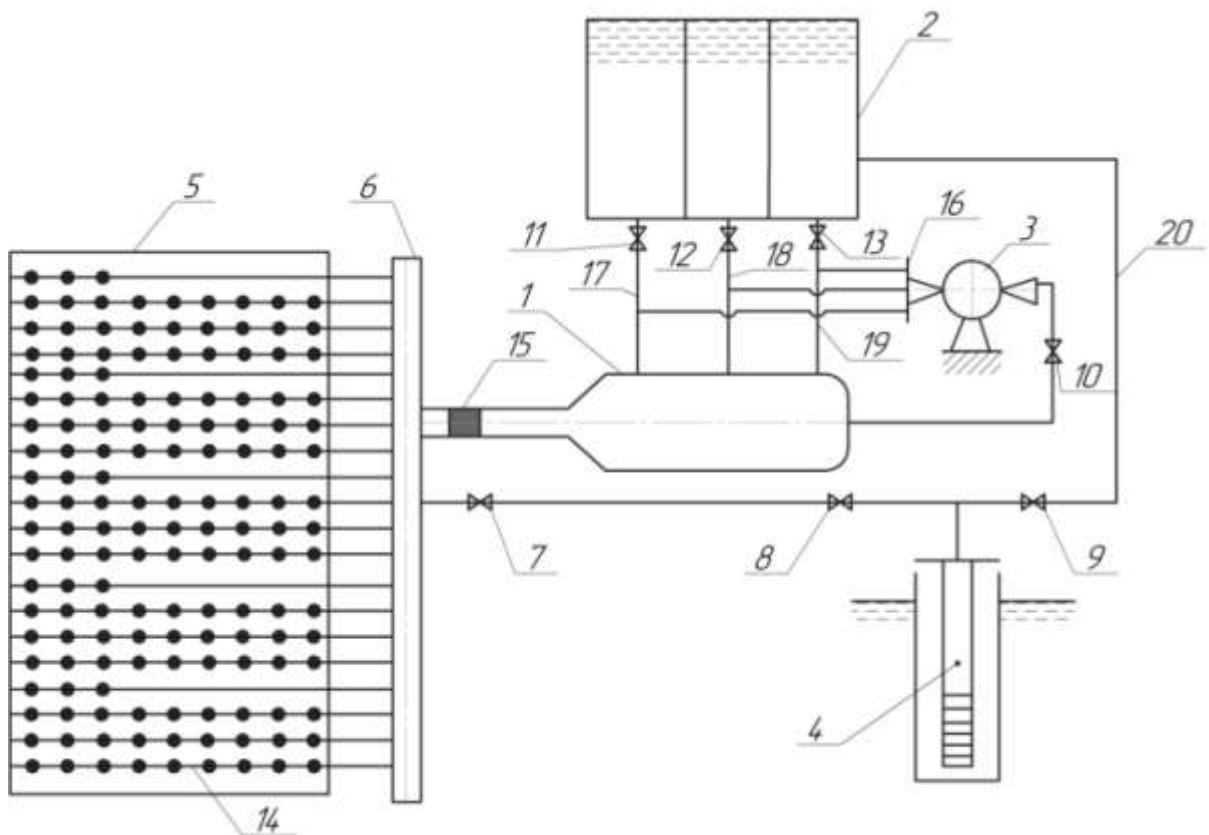


Рисунок 2.3 – Технологическая схема внесения удобрений на орошаемом участке с защищённым грунтом: 1 – смеситель удобрений; 2 – 3^х-секционная ёмкость; 3 – центробежный насос; 4 – погружной насос; 5 – орошаемый участок; 6 – распределительный трубопровод; 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 – задвижки; 14 – капельные ленты; 15 – фильтр; 16 – фланец центробежного насоса; 17, 18, 19 – трубопроводы подачи удобрений; 20 – напорный трубопровод погружного насоса

Система подачи удобрений состоит из смесителя 1; 3^х-секционной ёмкости 2; центробежного насоса 3; погружного насоса 4; орошаемого участка с защищённым грунтом 5; распределительного трубопровода 6; задвижек 7, 8, 9, 10, 11, 12,

13; капельных лент 14; фильтра 15; фланца центробежного насоса 16; трубопроводов подачи удобрений 17, 18, 19.

Работает система следующим образом: 3^х-секционная ёмкость 2 заполняется вытяжкой животноводческих стоков (птичьего помёта), включается погружной насос 4, как правило, установленный в скважину, в зависимости от источника поливной воды, и вода подаётся в смеситель 1, создавая в нём вакуум, способствующий подсосыванию удобрения по трубопроводам 17, 18, 19 в зависимости от состояния задвижек 11, 12, 13.

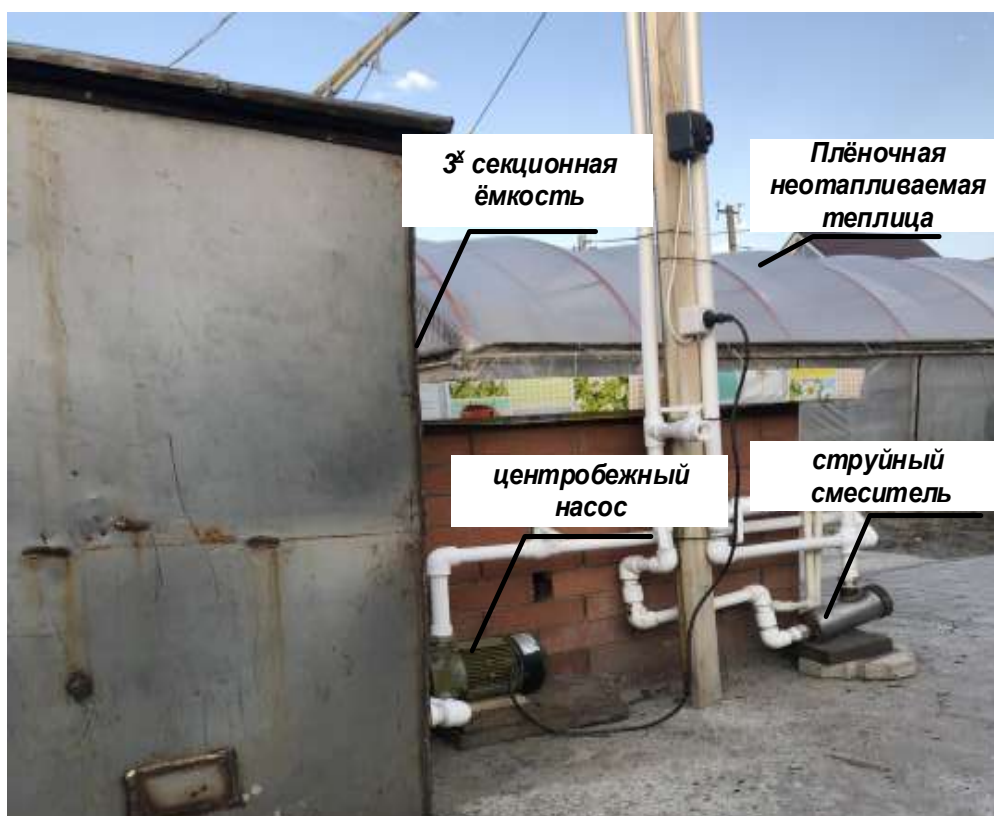


Рисунок 2.4 – Установка оборудования на защищённом орошаемом участке при выращивании томата. (Общий вид)

В смесителе 1 вода перемешивается с удобрениями и через фильтр 15 подаётся в распределительный трубопровод 6 и капельные ленты 14. В случае необходимости увеличения напора для орошаемого участка трубопроводы 17, 18, 19 врезаются во фланец центробежного насоса 3, способствующего созданию необходимого напора для орошаемого участка.

Погружной насос при открытой задвижке 7 подаёт поливную воду в сеть при отсутствии необходимости подачи удобрений.

Порядок внесения удобрений при выращивании томатов с использованием смесителя аналогичен описанному в разделе 2.1 при выращивании перца сладкого.

2.3 Расчёт величины питательных веществ при выращивании перца сладкого в открытом грунте и томата в защищённом на планируемый урожай 600 ц/га

Расчёт величин подачи удобрений проведён для определения параметров четырёхкомпонентного смесителя удобрений с водой и разработки конструкторской документации.

При выращивании перца сладкого и томатов принимаются в качестве основной подкормки вытяжка стоков КРС [50, 51, 81, 82, 83, 125] и, в случае дефицита нормы питательных веществ, проводится их добавка минеральными удобрениями – азотными, калийными, фосфорными [26, 127]. Микроудобрения добавляются по рекомендациям агрономической службы. На участке для полива и внесения удобрений использована капельная система с особенностями водного режима по рекомендациям [48, 101, 121].

2.3.1 Расчёт величины питательных веществ для выращивания перца сладкого и томата

Расчёт удобрений на планируемый урожай перца сладкого 600 ц/га производится на основе исходных данных таблицы 2.1 [33, 45, 46].

Таблица 2.1 – Исходные данные к расчету питательных веществ перца сладкого на урожай 600 ц/га

Параметр	Обозначение	Численное значение	Ссылка на источник
1	2	3	4
1 Площадь участка орошения	F, га	0,42	Экспериментальный участок
2 Планируемый урожай:	$Y_{п}$		Расчёт
т/участок		25,2	
т/га		60,0	
3 Содержание питательных веществ в вытяжке стоков, %			Приложение Л (литературный анализ)
азот	N	0,4	
фосфор	P	0,3	
калий	K	0,5	
4 Обеспеченность почвы, кг/га:			Агрохимическая лаборатория РосНИИПМ (приложение Л)
нитратный азот	$П_a^П$	10,1	
подвижный фосфор	$П_\phi^П$	6,02	
обменный калий	$П_K^П$	15,33	
5 Коэффициент потерь питательных веществ при поливе:			Принимается (при капельном орошении) [112, 113, 114]
для азота	$K_N^П$	0,95	
для фосфора	$K_P^П$	0,95	
для калия	$K_K^П$	0,95	
6 Коэффициент использования из почв питательных веществ:			Принимается [106, 110, 116]
для азота	$N_a^П$	0,65	
для фосфора	$P_a^П$	0,70	
для калия	$K_a^П$	0,55	
7 Вынос с 1 т урожая перца сладкого питательных веществ, кг			Принимается [68,72,75, 129, 130]
азота	$B_a^П$	4,0	
фосфора	$B_\phi^П$	4,1	
калия	$B_K^П$	8,1	
8 Вынос питательных веществ с участка, кг/участок			Принимается по расчёту
азота	$B_{a.y}^П$	100,8	
фосфора	$B_{\phi.y}^П$	103,3	
калия	$B_{K.y}^П$	204,12	
9 Вынос питательных веществ с гектара, кг/га (урожай 60 т)			Принимается по расчёту
азота	$B_a^П$	240	
фосфора	$B_\phi^П$	246	
калия	$B_K^П$	486	

При выращивании томатов с использованием вытяжки стоков КРС при наличии дефицита питательных веществ дополнительная подкормка осуществляется минеральными удобрениями.

Таблица 2.2 – Расчёт подачи вытяжки животноводческих стоков и дефицита минеральных удобрений для перца сладкого

Показатель	Обозначение	Расчётная зависимость	Численное значение	Ссылка на источник информации
1	2	3	4	5
1. Годовая норма вытяжки стоков КРС по азоту:	M_a^{Π}	$M_a^{\Pi} = \frac{B_{a,y}^{\Pi} - \Pi_a^{\Pi} N_a^{\Pi}}{N_a^{\Pi} \cdot K_N^{\Pi}},$ $M_a^{\Pi} = \frac{100,8 - 10,1 \cdot 0,65}{0,65 \cdot 0,4 \cdot 0,9},$ $402,7/0,42$	402,7	Расчёт [3, 6, 7, 8]
кг/участок			958,8	
кг/га				
по фосфору	M_{ϕ}^{Π}	$M_{\phi}^{\Pi} = \frac{B_{\phi,y}^{\Pi} - \Pi_{\phi}^{\Pi} P_a^{\Pi}}{P_a^{\Pi} \cdot K_P^{\Pi}},$ $M_{\phi}^{\Pi} = \frac{103,3 - 6,02 \cdot 0,70}{0,70 \cdot 0,95 \cdot 0,3},$ $496,6/0,42$	496,6	Расчёт [3, 6, 7, 8]
кг/участок			1182,4	
кг/га				
по калию	M_K^{Π}	$M_K^{\Pi} = \frac{B_{K,y}^{\Pi} - \Pi_K^{\Pi} K}{K \cdot K_K^{\Pi}},$ $M_K^{\Pi} = \frac{204,12 - 15,33 \cdot 0,5}{0,5 \cdot 0,95 \cdot 0,5},$ $827,15/0,42$	827,15	Расчёт [3, 6, 7, 8]
кг/участок			1969,4	
кг/га				
2 Дефицит стоков:				Расчёт
по фосфору	D_{ϕ}^{Π}	$D_{\phi}^{\Pi} = M_{\phi}^{\Pi} - M_a^{\Pi}$	–	
кг/участок			496,6 – 402,7	
кг/га			1182,4 – 958,8	

<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
<u>по калию</u>	$D_K^П$	$D_K^П = M_K^П - M_K$	–	Расчёт
кг/участок		827,15 – 402,7	424,45	
кг/га		1969 – 958,8	1010,2	
3 Дефицит:	$D_{\phi\phi}^П$			Расчёт
<u>фосфора</u>		$D_{\phi\phi}^П = D_{\phi}^П \cdot P$	–	
кг/участок		$93,9 \cdot 0,3$	28,17	
кг/га		$223,6 \cdot 0,3$	67,08	
<u>калия</u>	$D_{\phi K}^П$	$D_{\phi K}^П = D_{\phi}^П \cdot K$	–	Расчёт
кг/участок		$424,45 \cdot 0,5$	212,22	
кг/га		$1010,2 \cdot 0,5$	505,1	

Исходные данные и расчёт представлены в таблицах 2.3, 2.4.

Таблица 2.3 – Исходные данные для расчёта питательных веществ на планируемый урожай томата в защищённом грунте

Параметр	Обозначение	Численная величина	Ссылка на источник
1	2	3	4
1 Площадь участка, га	F_1	0,60	Средний расчётный [22]
2 Планируемый урожай	$У_T$		
т/участок		36	
т/га		60	
3 Содержание питательных веществ в вытяжке животноводческих стоков, %			Приложение Л
Азота	N	0,4	
Фосфора	P	0,3	
Калия	K	0,5	
4 Обеспеченность почвы, кг/га:			Приложение Л
Нитратный азот	P_a^T	15,4	
Подвижный фосфор	P_ϕ^T	8,7	
Обменный калий	P_K^T	21,3	
5 Коэффициент потерь питательных веществ при поливе:			Принимается (при капельном орошении) [3, 22]
для азота	K_N^T	0,95	
для фосфора	K_P^T	0,95	
для калия	K_K^T	0,95	
6 Коэффициент использования из почвы:			Принимается [21,25,28]
для азота	N_a^T	0,65	
для фосфора	P_a^T	0,70	
для калия	K_a^T	0,30	
7 Вынос с 1 т урожая томата питательных веществ, кг:			Принимается [21,25,28]
по азоту	B_a^T	3,0	
по фосфору	B_ϕ^T	4,2	
по калию	B_K^T	6,5	
8 Вынос с участка питательных веществ, кг:			Расчёт [21,25,28]
азота	$B_{a,y}^T$	108,0	
фосфора	$B_{\phi,y}^T$	151,2	
калия	$B_{K,y}^T$	234,0	
9 Вынос питательных веществ с гектара, кг/га:			Расчёт [21,25,28]
азота	B_a^T	180	
фосфора	B_ϕ^T	252,0	
калия	B_K^T	390,0	
10 Время вегетации от посева семян до уборки		С 15 января по 30 августа 2020 г.	
Уборка		С 15 июня по 30 сентября 2020 г.	

Таблица 2.4 – Расчёт подачи вытяжки животноводческих стоков и дефицита минеральных удобрений для выращивания томата

Показатель	Обозначение	Расчётная зависимость	Численное значение	Ссылка на источник информации
1	2	3	4	5
1 Годовая норма вытяжки стоков КРС	M_a^T	$M_a^T = \frac{B_{a,y}^T - \Pi_a^T N_a^T}{N_a^T \cdot K_N^T}$ $M_a^T = \frac{108 - 15,4 \cdot 0,65}{0,65 \cdot 0,95 \cdot 0,4}$ $M_a^T = \frac{180 - 15,4 \cdot 0,65}{0,65 \cdot 0,95 \cdot 0,4}$	 	Расчёт [3, 6, 7, 8]
по азоту				
кг/участок				
кг/га	M_ϕ^T	$M_\phi^T = \frac{B_{\phi,y}^T - \Pi_\phi^T P_a^T}{P_a^T \cdot K_P^T}$ $M_\phi^T = \frac{151,2 - 8,7 \cdot 0,70}{0,70 \cdot 0,95 \cdot 0,3}$ 	 	Расчёт [3, 6, 7, 8]
по фосфору				
кг/участок				
кг/га	M_K^T	$M_K^T = \frac{B_{K,y}^T - \Pi_K^T K_a^T}{P_K^T \cdot K_K^T}$ $M_K^T = \frac{234,0 - 21,3 \cdot 0,3}{0,3 \cdot 0,95 \cdot 0,5}$ 	 	Расчёт [3, 6, 7, 8]
по калию				
кг/участок				
кг/га	2 Дефицит стоков:			Расчёт [3, 6, 7, 8]
по фосфору	D_ϕ^T	$D_\phi^T = M_\phi^T - M_a^T$ 	 	
кг/участок				
кг/га				

Продолжение таблицы 2.4

<u>1</u>	2	3	4	5
<u>по калию</u>	D_K^T	$D_K^T = M_K^T - M_a^T$	–	Расчёт [3, 6, 7, 8]
кг/участок		1597,2 – 396,7	1200,5	
кг/га		2661,6 – 688,2	1973,4	
3 Фактический дефицит:	$D_{\phi\phi}^T$			Расчёт [3, 6, 7, 8]
<u>фосфора</u>		$D_{\phi\phi}^T = (M_{\phi}^T - M_a^T) \cdot P$	–	
кг/участок		$330,66 \cdot 0,3$	99,0	
кг/га		$543 \cdot 0,3$	163,12	
<u>калия</u>	$D_{\phi K}^T$	$D_{\phi K}^T = (M_K^T - M_a^T) \cdot K$	–	Расчёт [3, 6, 7, 8]
кг/участок		$(1597,2 - 396,75) \cdot 0,5$	600,5	
кг/га		$(2601,6 - 688,25) \cdot 0,5$	988,67	
Время вегетации	с 18 мая по 19 сентября 2019 г.			
Посев	18 мая 2019 г.			
Уборка	три сбора с 07 августа по 19 сентября 2019 г.			

Расчёт величин удобрений при выращивании томата аналогичен расчёту при выращивании перца сладкого.

Задача расчёта остаётся прежней – определение сезонного количества внесения вытяжки стоков КРС, рассчитанного по азоту на планируемый урожай и дефицита питательных веществ, фосфора и калия.

Возможность внесения дефицита питательных веществ и микроэлементов определяется любыми видами минеральных удобрений, выпускаемых промышленностью РФ по рекомендациям агрономической службы хозяйства.

По расчётным данным таблиц 2.2 и 2.4 определены значения дефицита удобрений по фосфору и калию при внесении вытяжки стоков КРС, рассчитанных по азоту на планируемый урожай 60 т/га при выращивании перца сладкого в открытом грунте и томата в защищённом (таблица 2.5).

Таблица 2.5 – Величины дефицита удобрений по фосфору и калию (кг) при внесении вытяжки стоков КРС, рассчитанные по азоту на планируемый урожай 60 т/га

Показатель	Стоков КРС		Питательные вещества	
	на участок	на га	на участок	на га
Перца сладкого				
Фосфор	93,9	223,6	28,17	67,08
Калий	424,45	1010,2	212,22	505,1
Томат				
Фосфор	330,66	543,75	99,0	163,12
Калий	1200,5	1973,4	600,5	988,67

2.3.2 Возможные технологические варианты оросительных систем при внесении всех видов удобрений

Необходимость разработки возможности внесения всех видов удобрений обусловлена наличием в хозяйстве различного рода оборудования, орошаемых площадей, видов удобрений. В настоящем разделе разработана схема технологических вариантов внесения удобрений, позволяющих как малым, так и крупным фермерским хозяйствам орошать водой или вносить удобрения при выращивании всех видов сельскохозяйственных культур (рисунок 2.5).

Используя приведённую схему, имеется возможность в хозяйстве подобрать вариант оросительной схемы:

1 Крупные фермерские хозяйства с наличием насосной станции и неограниченных площадей

- орошение чистой водой;
- внесение органических удобрений по схеме;

- внесение минеральных удобрений;
- совместное использование органических и минеральных удобрений

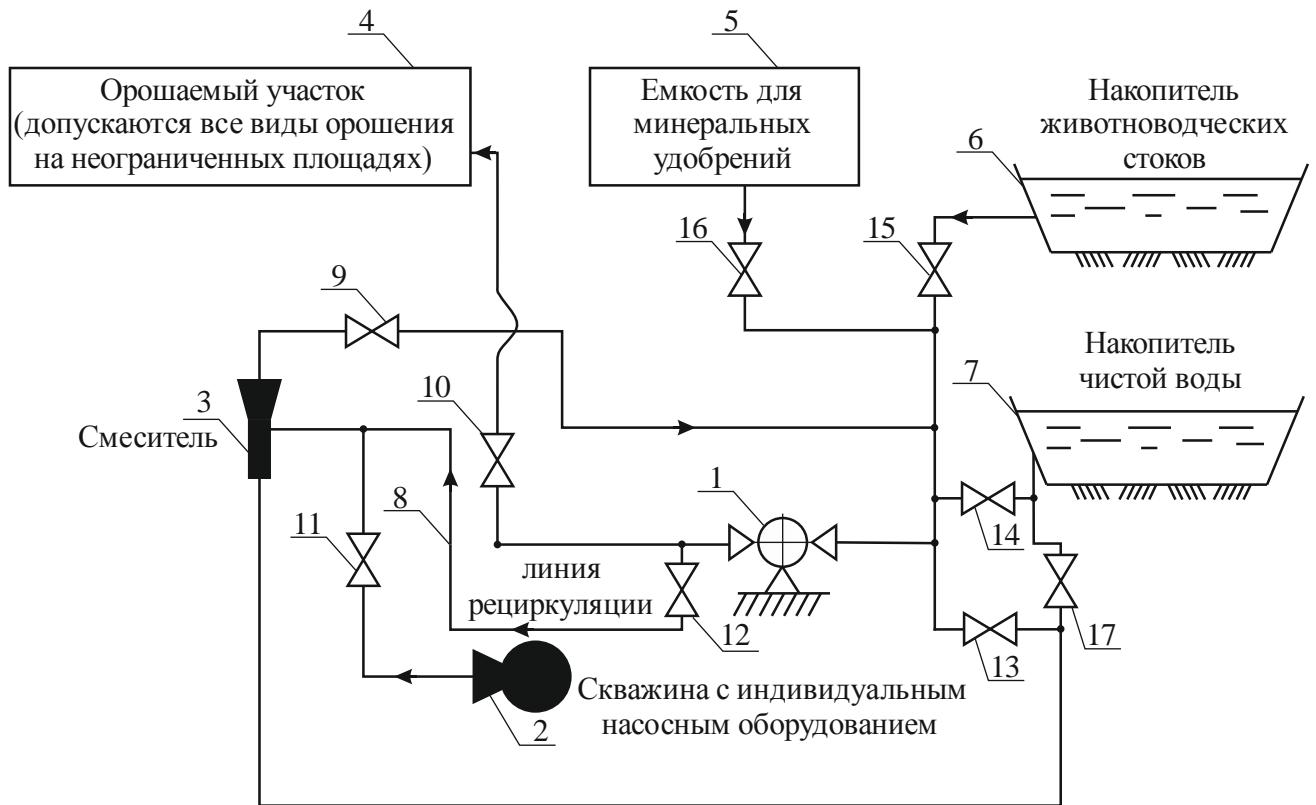


Рисунок 2.5 – Возможные технологические варианты системы орошения при внесении всех видов удобрений с использованием насосной станции для неограниченных открытых площадей и скважины для защищённой почвы: 1 – насосная станция; 2- скважина с погружным насосным оборудованием; 3-струйный смеситель; воды и удобрений; 4-участок орошения; 5-ёмкость минеральных удобрений; 6-накопитель животноводческих стоков; 7-накопитель чистой воды; 8-линия рециркуляции насосной станции; 9,10,11,12,13,14,15,16,17-задвижки.

2 Мелкие фермерские хозяйства с наличием защищённой почвы и скважины с погружным насосным оборудованием:

- орошение чистой водой;
- внесение вытяжки животноводческих стоков (при капельном внесении);
- внесение минеральных удобрений с микроэлементами;
- совместное внесение вытяжки животноводческих стоков и минеральных удобрений.

Для возможности использования технологических вариантов не специально подготовленным обслуживающим персоналом в работе разработаны таблицы 2.6, 2.7.

Таблица 2.6 – Эксплуатация насосной станции при возможности использования больших площадей, наличии насосной станции, накопителей животноводческих стоков и поливной воды

Орошение чистой водой					
№ п/п	Задвижки		Смеситель	Линия рециркуляции	
	Позиции по рисунку 2.5	Состояние	Состояние	Состояние	
1	14	открытое	заглушен	закрытое (задвижка 12)	
Орошение животноводческими стоками					
1	9	открытое			
2	18	-//-			
3	10	-//-	включён	включена	
4	11	закрытое	-//-	-//-	
5	14	открытое	-//-	-//-	
6	15	открытое	-//-	-//-	
Орошение животноводческими стоками и минеральными удобрениями					
1	9,10,14,15,16	открытое	включено	включена	
2	11	закрытое	-//-	-//-	

Таблица 2.7 – Орошение защищённой почвы с использованием скважины с погружным насосным оборудованием

№ п/п	Задвижки позиции по рисунку 2.5	Положение	Смеситель	Линия рециркуляции
1	9,10,14,15,16	закрытое	включён	отключена
2	11	открытое	-//-	-//-
3	17	открытое	-//-	-//-

Вышеизложенные варианты возможны при условии использования схемы (см. рисунок 1.12, 1.13) при подготовке комплексом оборудования, устройством для разделения навоза на фракции.

Выводы по главе

1. При разработке технологического процесса внесения удобрений использованы литературные рекомендации по существующим срокам и количеству подкормок, технологического процесса внесения и норм содержания удобрений в поливной воде.

2. По рассчитанной годовой норме внесения вытяжки животноводческих стоков по азоту на планируемый урожай перца сладкого и томата 600 ц/га вычислен дефицит стоков для перца (фосфор – 223,6 кг/га, калий– 1010,2 кг/га) и для томата (фосфор – 543,75 кг/га, калий– 1973,4 кг/га), на основе которого проведён расчёт основных параметров смесителя.

3. Предложена конструкция системы смешения и подачи удобрений, позволяющая проводить, полив как с внесением удобрений, так и поливной водой.

4. Предложен порядок внесения удобрений с использованием струйного четырёхкомпонентного смесителя и капельного полива, позволяющего подавать все возможные виды удобрений.

3 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАСЧЁТА ПАРАМЕТРОВ СМЕСИТЕЛЯ

3.1 Рекомендации по определению оптимальных параметров

Конструкция струйного смесителя в соответствии с рисунком 3.1 позволяет создавать вакуум в патрубках 1, 9, 10 ввода удобрений, микроэлементов и животноводческих стоков (вытяжки стоков КРС).

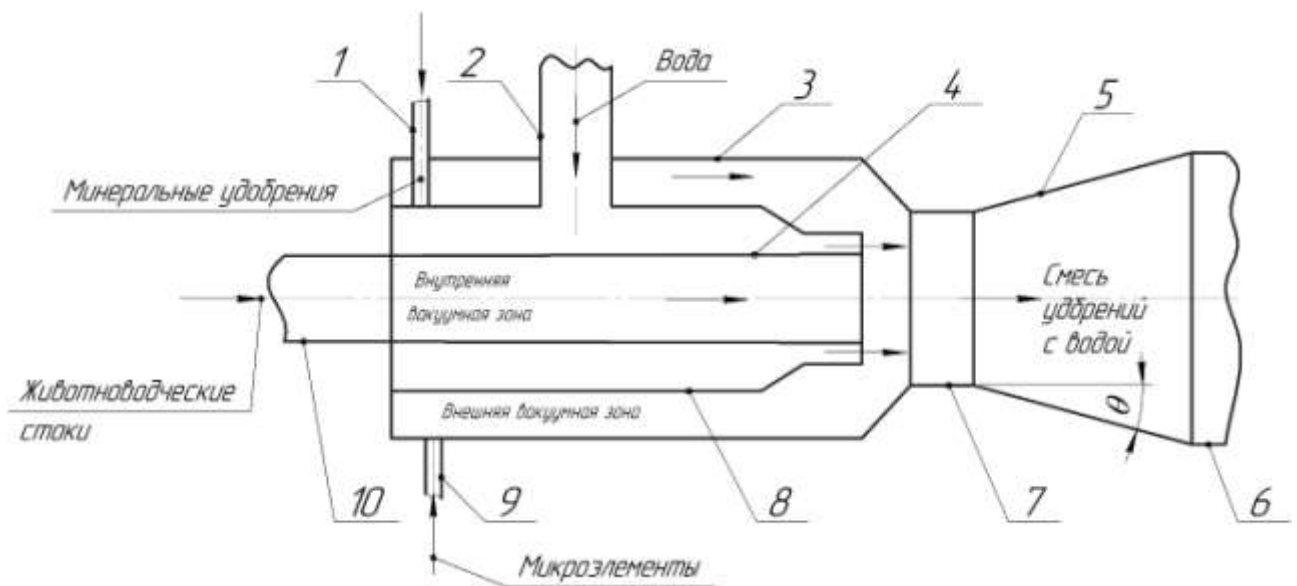


Рисунок 3.1 – Конструктивная схема четырёхкомпонентного смесителя удобрений [77]: 1 – трубопровод минеральных удобрений; 2 – трубопровод поливной воды;

3 – корпус смесителя; 4 – насадка сопла; 5 – диффузор;

6 – трубопровод отвода удобрений; 7 – смесительная камера;

8 – насадка кольцевого сопла; 9 – трубопровод микроэлементов;

10 – трубопровод подачи стоков

Работает смеситель следующим образом: по трубопроводу 2 подаётся поливная вода, позволяющая создать вакуум в смесительной камере 7, способствующий подсосыванию стоков по трубопроводу 10 через отверстие внутреннего насадка 4. В случае дефицита питательных веществ при внесении принятых, к примеру животноводческих стоков, по патрубкам 4 и 9 подсосываются минеральные удобрения и микроэлементы, рекомендуемые агрономической службой.

Смешение всех компонентов производится в камере смешения 7 смесителя, и смесь далее через диффузор 5 (фасонная часть для уменьшения скорости потока) поступает в распределительный трубопровод 6 и оросительную сеть.

Расчёт струйного смесителя заключается в определении оптимальных параметров возможности проектирования его элементов при внесении удобрений в случае фертигационного полива.

Параметрами смесителя (геометрическими) считаются диаметры:

- наружный \bar{d}'_0 и внутренний \bar{d}''_0 насадок;
- камеры смешения d_c ;
- трубопроводов;
- наружный диаметр корпуса смесителя d_k ;
- расстояние от обреза сопла до начала камеры смешения \bar{z} ;
- длина камеры смешения \bar{L}_c ;
- угол раскрытия в диффузоре θ ;
- m – геометрическая характеристика смесителя.

В качестве гидравлических параметров смесителя рассматриваются:

- давление насоса по воде H_n ;
- давление в смесителе H_c ;
- скорость в сопле V_0 ;
- скоростной напор в сопле $\frac{V_0^2}{2g}$;
- скорость в смесительной камере V_c ;
- скоростной напор в смесительной камере $K_c = \frac{V_c^2}{2g}$;
- величины вакуума (давления) в смесительной камере $\frac{p_c}{g\rho_c}$;
- расход сопла Q_0 ;
- подсосываемый расход удобрений Q_1 ;
- коэффициент эжекции $\alpha_0 = \frac{Q_1}{Q_0}$.

3.2 Рекомендации к расчёту относительных параметров смесителя

При расчёте смесителя, основным геометрическим размером считается площадь поперечного сечения сопла $\omega_0 = 0,785[d_0'^2 - d_0''^2]$ (3.1), влияющая на скорость рабочей струи (выходящего потока, воды) в соответствии с рисунком 3.2.

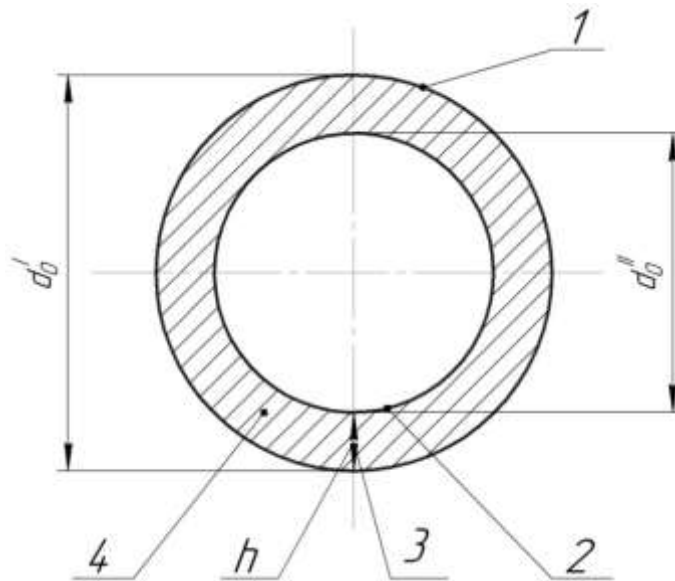


Рисунок 3.2 – Схема сечения обреза сопла: 1 – диаметр внутренний внешнего насадка; 2 – диаметр наружный внутреннего насадка; 3 – ширина щели и сопла h ; 4 – сечение рабочего потока

Кинетическая энергия в камере смешения определяется по скорости потока, выходящей из кольцевого сопла V_0 [52]. Определение ширины щели сопла для наличия высокой скорости потока, при которой создаётся необходимый вакуум для ввода удобрений, является основной задачей при расчёте диаметров d_0' и d_0'' . По рекомендациям [60, 64], принимается диаметр наружного насадка d_0' , в размере 0,9 диаметра камеры смешения d_c , в соответствии с рисунком 3.3б.

Диаметр наружного насадка d_0' обусловлен значением ширины щели ν , скорости в сопле V_0 , скорости в камере смешения V_c , коэффициента смешения α_0 . Диаметр наружный d_0' кольцевого сопла внутреннего насадка выполняет главную

функциональную задачу в эксплуатации всего струйного аппарата [79, 87, 98], и при подборе конструкции проводится необходимый расчёт:

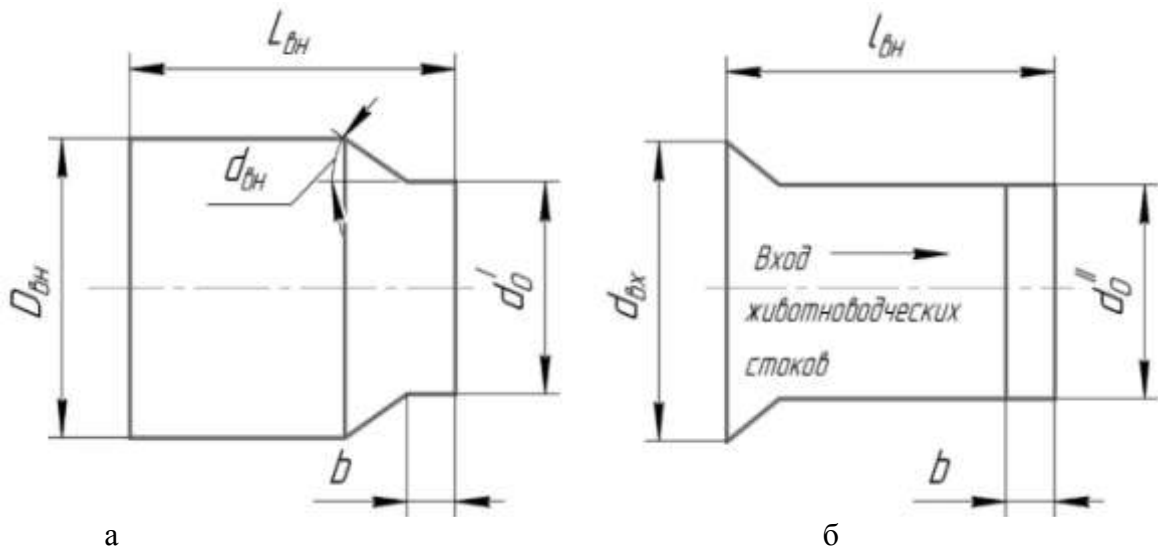


Рисунок 3.3 – Схема насадок кольцевого сопла: а –кольцевое сопло внешнее; б – кольцевое сопло внутреннее

- ширина щели h , принимается максимальной и рассчитывается гидравлическим способом [80];
- торцевая заточка насадок принимается в диапазоне 0,1–0,15 от диаметров d_0^I и d_0^{II} [93];
- при входе в поверхность насадка диаметр $d_{вх}$ принимается в зависимости от диаметра корпуса смесителя.

По литературным источникам [92], расстояние от обреза сопла до начала камеры смешения \bar{Z} , в соответствии с рисунком 3.4, принимается равным $0,1 \div 0,2d_c$ [92].

Диаметр камеры смешения d_c зависит от многих факторов, в основном от диаметра смесителя. Камера смешения является одним из наиболее важных узлов, где смешиваются потоки и выравнивается эпюра скорости. Расчёт камеры смешения производится из условия наличия необходимой величины энергии, способной создать соответствующий вакуум. Длина камеры смешения определяет гидравли-

ческие потери в смесителе при наличии максимальной величины скорости в потоках.

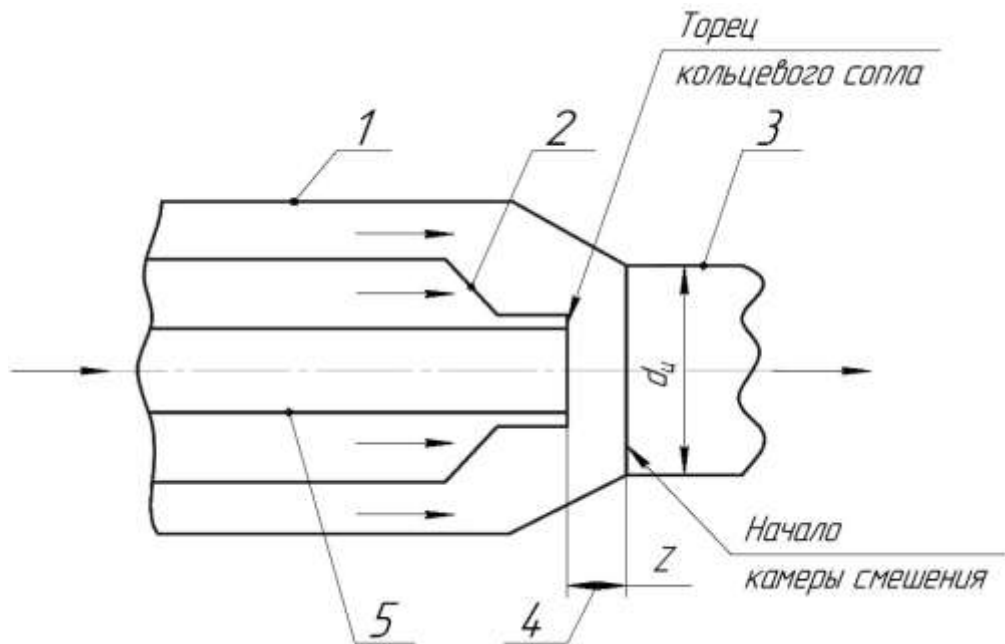


Рисунок 3.4 – Привязка камеры смешения к ее соплам: 1 – наружный корпус; 2 – внешнее сопло; 3 – смешительная камера; 4 – расстояние от сопла до смешительной камеры; 5 – внутреннее сопло

Конструкция предлагаемого смесителя предполагает уменьшенную длину камеры вследствие вогнутой эпюры скорости [90] в соответствии с рисунком 3.5.

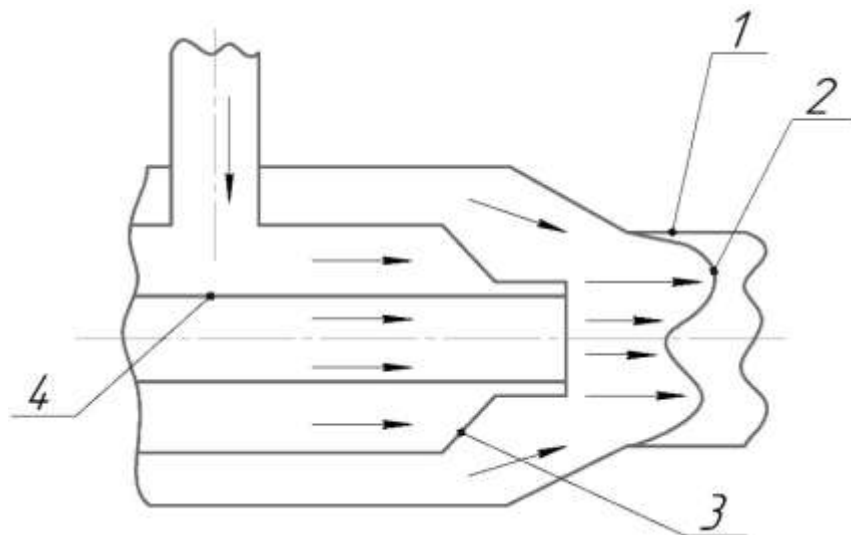


Рисунок 3.5 – Схема эпюры скорости в смешительной камере: 1 – камера смешения; 2 – эпюра скорости; 3 – насадка внешний; 4 – насадка внутренний

При назначении угла раскрытия диффузора исходят из двух условий:

- 1) уменьшение длины диффузора;
- 2) уменьшение коэффициента сопротивления (уменьшение потерь и увеличение КПД [95]).

Вышеуказанные условия зависят от угла раскрытия, который соответствует 6–10° [47, 52, 67, 69].

При вычислении диаметров трубопроводов руководствуются значением рекомендуемой скорости в напорных трубопроводах 2–2,5 м/с [52].

При расчёте характеристики $m = \frac{\omega_u}{\omega_o}$ принимается значение, необходимое при эксплуатации с повышенным КПД смесителя. Для смесителей геометрическая характеристика m принимается в пределах 2,5÷8, и зависит от характера использования смесителя [74]. Для рассматриваемых аппаратов значение m , как правило, соответствует величинам 4,0–5,0.

3.3 Рекомендации к расчёту гидравлических параметров смесителя

Рассмотренные параметры смесителей (раздел 3.1) связаны с его геометрическими размерами. Основным условием для эксплуатации смесителя является значение создаваемого напора H_c , наибольшая величина которого ранее определена [91] и соответствует 20–25 м для струйных смесителей.

При расчёте предполагается, что напор смесителя превышает напор сети не меньше, чем на 3–5 м. При расчёте напора в смесителе, проводят определение напора сети по зависимости:

$$H_c = H_\Gamma + \sum h_{wc}, \quad (3.2)$$

где H_Γ – высота подачи смеси;

$\sum h_{wc}$ – суммарные потери напора.

Вышеописанная зависимость используется в случае наличия капельного орошения с условием, что в потери напора $\sum h_w$ включается напор для капельных линий $\approx 20–25$ м.

При других видах оросительной техники расчётный напор увеличивают на значение свободного напора, для применяемой машины. На параметры смесителя оказывает влияние скорость потока в сопле V_0 , которая зависит от напора рабочего потока, создаваемого центробежными насосами. Скорость потока в сопле рассчитывается по уравнению [52]:

$$V_0 = \varphi \sqrt{2gH_H}, \quad (3.3)$$

где φ – коэффициент скорости (0,8);

H_H – рабочий напор.

Скорость V_0 играет основную роль в определении скоростного напора сопла $\frac{V_0^2}{2g}$.

При значительном увеличении скорости V_0 , кинетическая энергия растёт до максимума и, как правило, ограничена кавитацией, при этом энергия $\frac{V_0^2}{2g} + \frac{p_0}{g\rho}$ становится отрицательной, что способствует возможности создания вакуума в сопле и в камере смешения в соответствии с рисунком 3.6.

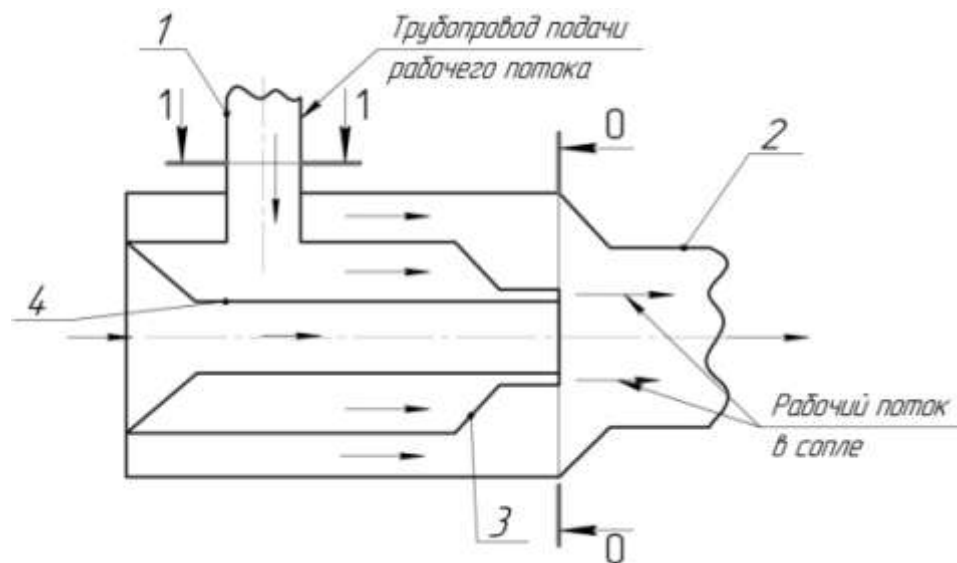


Рисунок 3.6 – Схема потока в смесителе: 1 – трубопровод поливной воды; 2 – камера смешения; 3 – наружный насадок; 4 – внутренний насадок

Энергия в сечении 0–0 определяется уравнением Д. Бернулли для сечений 1–1 и 0–0. В сечении 1–1 энергия рассчитывается по зависимости $\frac{p_1}{g\rho_0} + \frac{V_1^2}{2g}$. (3.4),

т.к. при малых скоростях (2–2,5 м/с) кинетическая энергия $\frac{V_1^2}{2g}$ незначительна (0,2–0,3 м), а в зависимости от напора центробежного насоса потенциальная $\frac{p_1}{g\rho_0}$ высокая (до 50 м), то полная энергия положительна. При входе в сопло струя имеет низкую скорость V и переходит в скорость V_0 более высокую (до 40 м/с). Кинетическая энергия, при этом, возрастает до 82 м и в сечении 0–0 $\frac{p_0}{g\rho_0} + \frac{V_0^2}{2g}$ видоизменяется: величина $\frac{p_0}{g\rho_0}$ значительно падает, величина $\frac{V_0^2}{2g}$ резко возрастает, при полном прежнем значении, равным $\frac{p_1}{g\rho_0} + \frac{V_1^2}{2g}$, за минусом потерь в промежутке от сечения 1–1 до сечения 0–0, определяемым по зависимости $\zeta_0 \frac{V_0^2}{2g}$ (ζ_0 – коэффициент гидравлического сопротивления сопла, для насадков равный 0,06–0,10 [74]). Для рассмотренных сечений по зависимости Д. Бернулли

$$\frac{p_1}{g\rho_0} + \frac{V_1^2}{2g} = \frac{p_0}{g\rho_0} + \frac{V_0^2}{2g} + \zeta_0 \frac{V_0^2}{2g} \quad (3.5)$$

рассчитывается потенциальная энергия в сопле $\frac{p_0}{g\rho_0}$:

$$\frac{p_0}{g\rho_0} = \frac{p_1}{g\rho_0} + \frac{V_1^2}{2g} - \frac{V_0^2}{2g} - \zeta_0 \frac{V_0^2}{2g}. \quad (3.6)$$

При увеличении кинетической энергии $\frac{V_0^2}{2g}$, энергия потенциальная $\frac{p_0}{g\rho_0}$ становится отрицательной с максимумом до 9 м.

Данное разряжение считается глубоким, что отличает от разряжения в трубопроводах центробежных насосов в 2–2,5 раза. Таким образом, подобный расчёт доказывает преимущество всасывающей способности смесителя в сравнении с другими видами насосного оборудования.

Вследствие изменения скоростного напора в смешанном потоке уменьшается скорость и кинетическая энергия, при входе потока в смесительную камеру. В смесителях с центральным подводом, в соответствии с рисунком 3.7, эпюра скорости вытянута, и, для необходимости смешения потоков, длина смесительной камеры назначается 6–7 диаметров [74], что при высоких скоростях оказывает увеличенное влияние и на потери, и на значение КПД.

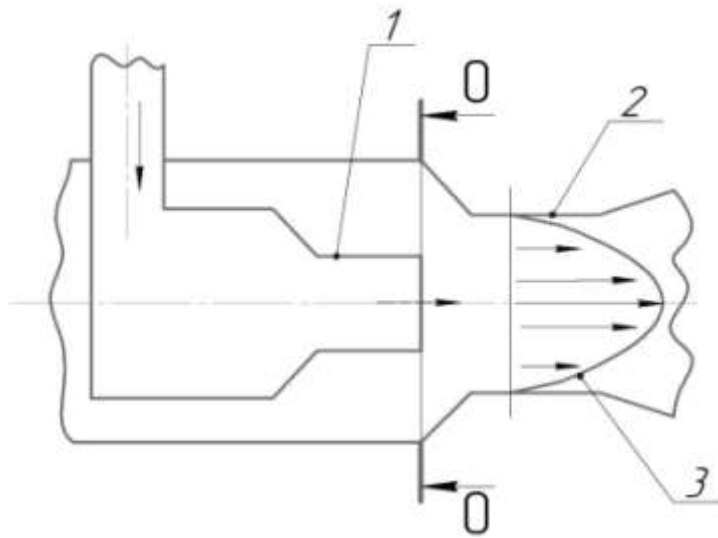


Рисунок 3.7 – Выпуклая эпюра скорости в смесительной камере аппарата с центральным подводом: 1 – насадок центральный; 2 – смесительная камера; 3 – выпуклая эпюра скорости

Как правило, в существующих конструкциях смесительная камера начинается от створа сопла, в сечении 0–0, где транспортируются два потока с различными величинами кинетической и потенциальной энергий. Энергия кинетическая, как правило, превосходит энергию всасываемого потока вследствие большой разницы в скоростях, и при расчёте границы перехода вакуума в середине камеры смешения, проводятся специальные испытания. По литературным источникам [103], опыты показывают, что кинетическая энергия от сечения 0–0 по всей длине камеры смешения высокая, и отличается от энергии сечения 0–0 на 1–1,5 %, что указывает на высокую всасывающую способность смесителя и высокий вакуум в трубопроводах. Скоростной напор в смесительной камере $\frac{V_c^2}{2g}$ используется для определения коэффициента смешения потоков α_0 . При значении коэффициента смешения α_0 (0,1; 0,2) подсосывание потока прекращается, и скорость рассчитывается отношением расхода потока Q_0 на площадь сечения ω_0 :

$$V_c = \frac{Q_0}{\omega_c}. \quad (3.7)$$

При увеличении коэффициента смешения α_0 до величины 1,0; 2,0 подсасываемый расход Q_1 растёт, скорость в камере смешения при этом определяется наличием расхода потока Q_1+Q_0 и площади смесителя ω_c :

$$V_c = \frac{Q_1+Q_0}{\omega_c}. \quad (3.8)$$

В случае увеличения расхода в смесительной камере, изменится и значение энергии $\frac{V_c^2}{2g}$, и при некоторых величинах коэффициента смешения α_0 становится равной величине энергии в сопле $\frac{V_0^2}{2g}$. В данном случае потенциальная энергия и вакуум в смесительной камере $\frac{P_c}{g\rho_c}$ принимаются однозначными с энергией в сопле $\frac{p_0}{g\rho_0}$.

При расчёте вакуума в трубопроводах в случае необходимости высокой высоты всасывания (высокого вакуума), напор H_c рассчитывается при коэффициенте смешения α_0 не ниже 1,0, но при этом увеличивается время подачи удобрений.

В дальнейшем, используя данные рекомендации, проведён расчёт системы смешения стоков КРС, минеральных удобрений, микроэлементов и воды при выращивании овощных культур (перца сладкого и томатов) на экспериментальных участках.

3.4 Методика расчёта гидравлических параметров и геометрических размеров смесителя

Методика расчёта гидравлических параметров смесителя предлагается по схеме для участка с капельным орошением в соответствии с рисунком 3.8 и приведена на основе вышеописанных рекомендаций, построена на определении напора рабочего насоса и смесителя для расхода участка орошения, проводится в следующем порядке:

1. Определяется необходимый напор и расход для участка орошения, H_n и Q_0 .
2. По расходу Q_0 и напору H_n подбирается насосное оборудование.

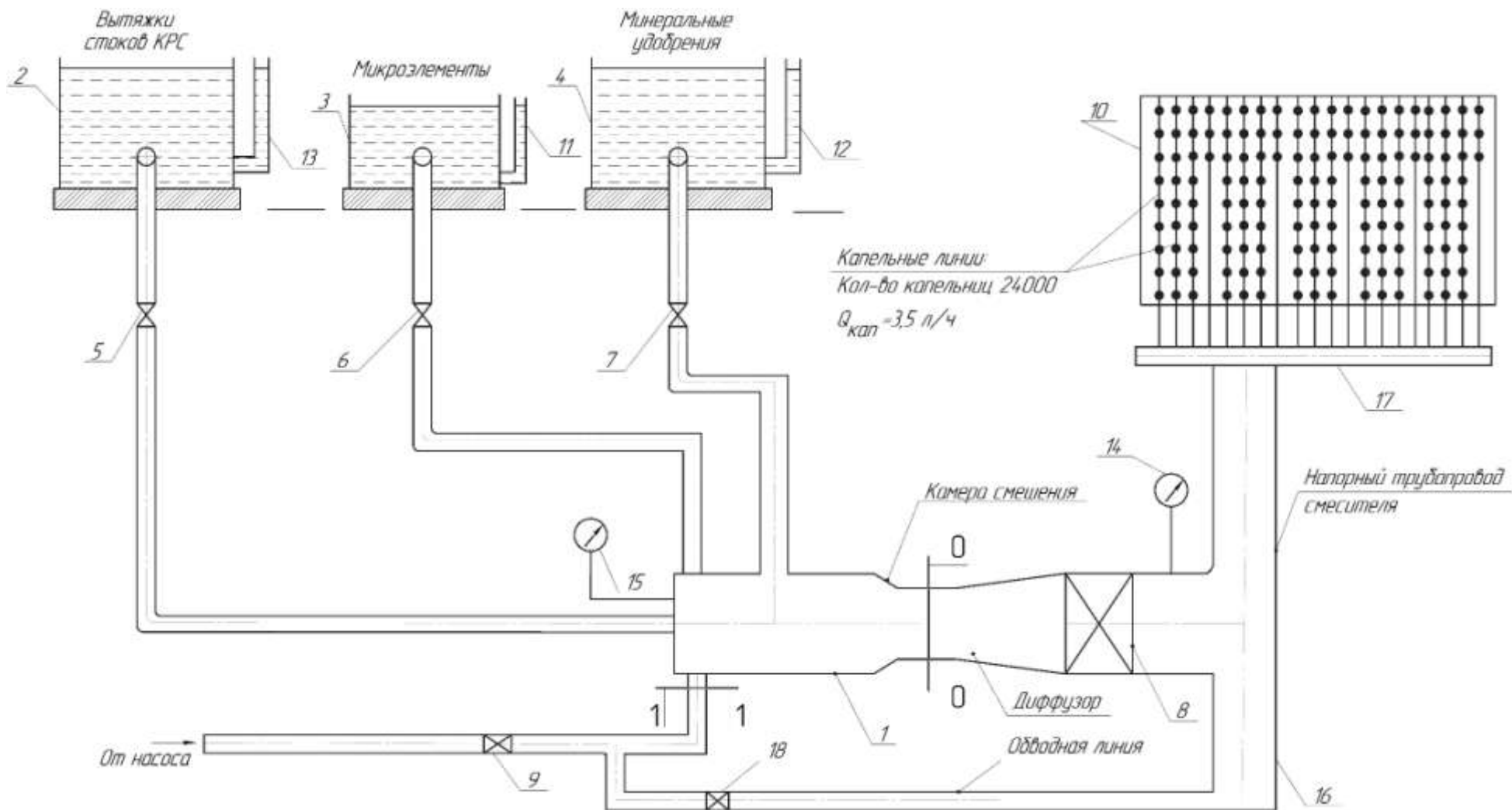


Рисунок 3.8 – Схема установки оборудования для подачи удобрений при удобрительных поливах: 1 – смеситель; 2 – ёмкость для животноводческих стоков; 3 – ёмкость для микроудобрений; 4 – ёмкость для минеральных удобрений; 5, 6, 7, 8, 9, 18 – задвижки; 10 – участок орошения; 11, 12, 13 – пьезометры; 14 – манометры; 15 – мановакуумметр; 16 – трубопровод подачи воды в сеть; 17 – распределительный коллектор

3. По величине H_n рассчитывается скорость потока в сопле смесителя V_0 , в случае включения смесителя в сеть.
4. Определяется полная энергия в камере смешения смесителя.
5. Определяется полная энергия и напор смесителя при выходе потока из диффузора, \mathcal{E}_d и H_c .

Величины напоров смесителя и необходимого напора для участка орошения H_n сравниваются, и, в случае необходимости, смеситель устанавливается последовательно с дополнительным центробежным насосом.

При определении напора по разности отметок оси смесителя и поверхности почвы (максимальная высота участка относительно оси смесителя) определяется геометрическая высота подъёма центробежного насоса H_T (1,84 м), рассчитываются гидравлические потери в напорном трубопроводе от фланца центробежного насоса до точки подсоединения поливных капельных лент $\sum h_{wсети}$, назначается необходимый свободный напор для капельного полива ($H_k=15$ м) и определяется необходимый напор центробежного насоса (рабочего) в случае эксплуатации системы без смесителя (фактически напор центробежного насоса H_n приравнивается к необходимому напору смесителя H_T).

При определении расхода по количеству и величине вылива капельниц на площадь орошения, рассчитывается подача центробежного насоса по воде, по которой, в случае необходимости подачи удобрений, определяется и рабочий расход смесителя Q_0 , используя материалы конструкторских разработок с целью определения площади поперечного сечения торца сопла ω_0 и скорости V_0 выхода рабочего потока из смесителя.

По напору центробежного насоса H_n рассчитывается скорость и кинетическая энергия в сопле смесителя и относительный напор \bar{H}_c .

По напорно-расходной характеристике $\bar{H}_c = f(\alpha_0)$ [91], в соответствии с рисунком 3.9, для полученного относительного напора смесителя \bar{H}_c определяется коэффициент смешения α_0 .

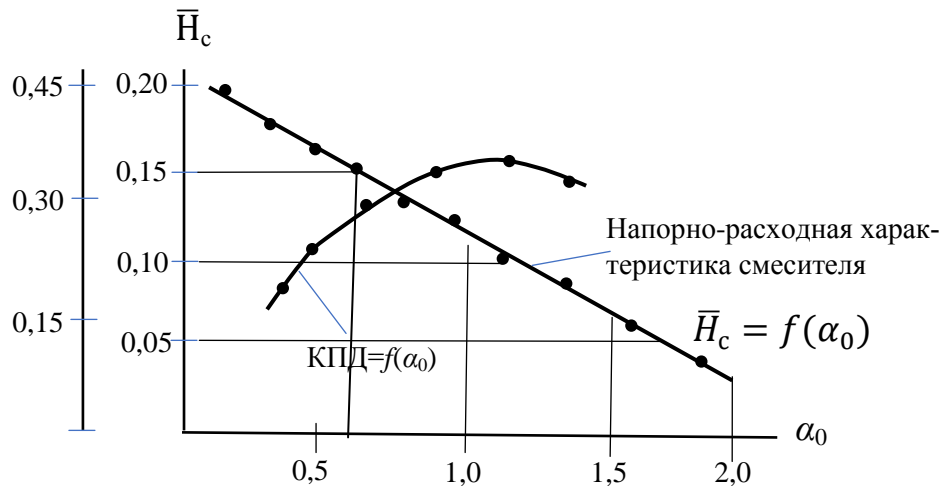


Рисунок 3.9 – Напорно-расходная характеристика $\bar{H}_c = f(\alpha_0)$ струйного смесителя

При расчёте подсасываемого расхода Q_1 используется коэффициент смешения α_0 , вычисленный по напорно-расходной характеристике $\bar{H}_c = f(\alpha_0)$.

Расчёт геометрических размеров смесителя заключается в определении диаметров насадок сопла, подводящих и отводящих трубопроводов, угла раскрытия диффузора, диаметра камеры смешения, и проводится в следующей последовательности:

- конструктивно подбирается внутренний диаметр внешнего насадка d'_0 , исходя из принимаемого размера корпуса смесителя;
- по расходу Q_0 и скорости V_0 назначается внешний диаметр внутреннего сопла;
- по литературным рекомендациям [93], исходя из условия $d'_0 = 0,9d_{ц}$ и $l_{ц} = 1,5d_{ц}$, рассчитывается диаметр d_c и длина камеры смешения $l_{ц}$;
- из условия угла раскрытия диффузора $6-8^\circ$ определяется длина диффузора и диаметр его выходного патрубка (угол раскрытия принимается 8°);
- определяются диаметры напорных и распределительных трубопроводов для скорости потока $2-2,5$ м/с (принимается 2 м/с).

Диаметры трубопроводов на всасывающей линии смесителя рассчитываются из условия скорости потока в трубопроводах (не более 2 м/с) [52].

3.5 Расчёт параметров смесителя удобрений для испытываемых участков с капельным орошением

Расчёт проведён в качестве примера с целью определения необходимого объёма ёмкостей, величины вакуума в трубопроводах подачи удобрений, расхода и времени выдачи удобрений, диаметров трубопроводов. Геометрические размеры определены относительные для возможности использования смесителя для площадей малых и крупных фермерских хозяйств.

Исходные данные приведены в таблице 3.1, расчёт – в таблице 3.2.

Таблица 3.1 – Исходные данные для расчёта параметров смесителя

Показатель	Обозначение	Численные значения	Ссылка на источник
1	2	3	4
1 Рекомендуемая скорость потока в трубопроводах, м/с	$V_{тр}$	2–2,5 принимается 2,0	[52]
2 Коэффициенты гидравлических сопротивлений смесителя: – сопла – диффузора – камеры смешения	По результатам экспериментальных исследований		
	ζ_0	0,04	Определяется по результатам эксперимента [2, 79]
	$\zeta_д$	0,10–0,12	
	$\zeta_{к.с}$	0,06	
3 Геометрическая высота подъёма, м: – центробежного насоса – смесителя	$H_Г$ $H_с$	1,84 1,84	Натурная съёмка То же
4 Свободный напор для капельного орошения, м (при длине капельной ленты не более 100 м)	$H_{св}$	15	Характеристика капельной ленты
5 Вылив капельницы, л/ч	$Q_к$	3,5	То же
6 Количество капельниц на участке, шт.	n	24000	То же
7 Угол раскрытия (диффузор смесителя), град.	φ	6–8°	Принимается [52]
8 Потери в распределительном трубопроводе, м	$\sum h_w$	2,87	Расчёт
9 Геометрическая характеристика (отношение площади поперечного сечения камеры смешения к площади сопла)	m	6,5	Принимается относительной для принятого кольцевого смесителя [94]
10 Суммарные потери напора в напорном трубопроводе	$\sum h$	2,87	Расчёт [52]

Таблица 3.2 – Расчёт гидравлических параметров и геометрических размеров четырёхкомпонентного смесителя удобрений

Показатель	Обозначение	Расчётная зависимость	Численное значение	Ссылка на литературный источник
1	2	3	4	5
Гидравлические параметры				
1 Необходимый напор: - центробежного насоса - смесителя	H_H H_C	$H_r + \sum h + H_{св}$ (3.9) (1,84+2,87+15) 1,84 – высота подъёма от смесителя, м; 2,87 – потери в трубопроводе; 15 – свободный напор	19,7 19,7	$H_{св}$ – 15 м (напор для работы капельной системы полива) принимается по напору центробежного рабочего насоса
2 Суммарный расход в распределительном трубопроводе, л/ч – м ³ /ч (расход в сопле)	$Q_p = Q_0$	$n \cdot Q_k = 24000 \cdot 3,5$ n – количество капельниц (24000); Q_k – вылив капельницы (3,5 л/ч)	84000 – 84	Расчётный
3 Параметры центробежного насоса	H , м Q , м ³ /ч	Параметры центробежного насоса К90-20 $H-Q$	20 84	Напорно-расходная характеристика [116]
4 Скорость потока в сопле смесителя, м/с (при пуске смесителя)	V_0	$V_0 = \varphi \sqrt{2gH_H}$ (3.10) $V_0 = 0,9 \sqrt{19,62 \cdot 20}$	17,82	Расчёт
5 Полная энергия в сечении 1–1, м (см. рисунок 3.8)	\mathcal{E}_1	$\mathcal{E}_1 = \frac{p_1}{g\rho_0} + \frac{V_1^2}{2g} = H + \frac{V_1^2}{2g}$ (3.11) $\mathcal{E}_1 = 20 + \frac{2^2}{19,62} = 18,2$	20	V_1 – принимается 2 м/с, давление p_1 принимается по напору центробежного насоса
6 Относительный оптимальный напор смесителя	$\overline{H_r}$	$\overline{H_r} = \frac{1}{m}$ (3.12)	0,154	[103]
7 Коэффициент смещения	α_0	$H_r = f(\alpha)$	0,62	Определяется по рисунку 3.9
8 Подсасываемый расход питательных веществ, м ³ /ч	Q_1	$Q_1 = \alpha_0 \cdot Q_0$ $Q_1 = 0,62 \cdot 8,4 = 4,96$ (3.13)	4,96	Расчёт
9 Кинетическая энергия в сопле, м	K_c	$\frac{V_0^2}{2g} = \frac{17,82^2}{19,62} = 16,18$	16,18	То же

Продолжение таблицы 3.2

1	2	3	4	5
10 Величина вакуума в сопле (потенциальная энергия)	$\frac{p_0}{g\rho_0}$	$\frac{p_1}{g\rho_0} + \frac{v_1^2}{2g} - \frac{v_0^2}{2g} - \zeta_0 \frac{v_0^2}{2g}$ (3.14) 18,2 - 16,18 - 6,47 = 4,45	-4,45 (при $\zeta=0,4$)	«
11 Полная энергия в сопле, м	-	$\frac{p_0}{g\rho_0} + \frac{v_0^2}{2g} + \zeta_0 \frac{v_0^2}{2g}$ (3.15) -4,45+16,18+6,47 = 18,2	18,2	«
12 Скорость в камере смешения, м/с (при диаметре камеры смешения 50 мм)	V_c	$V_c = \frac{Q_0+Q_1}{\omega_c \cdot 3600} = \frac{8,4+4,96}{0,785 \cdot 0,05 \cdot 3600} = 1,89$	1,89	«
13 Кинетическая энергия в камере смешения, м	$K_{к.с.}$	$\frac{v_c^2}{2g} = \frac{1,89^2}{19,62} = 0,18$	0,18	«
14 Потенциальная энергия в сопле, м (величина вакуума)	$\frac{p_0}{g\rho_0}$	$\frac{p_1}{g\rho_0} + \frac{v_1^2}{2g} - \frac{v_0^2}{2g} - \zeta_0 \frac{v_0^2}{2g}$ (3.16)	-4,45	«
15 Потери энергии в сопле	$\zeta_0 \frac{V_0^2}{2g}$	0,1 · 13,9	1,39	«
Геометрические размеры (относительно диаметра камеры смешения)				
1 Диаметр камеры смешения, мм	d_L	$d_L = 1,1d'_0$ (3.17)	50,0	[104] Расчётный
2 Диаметр внешнего насадка, мм	d'_0	d'_0 (принимается) $\bar{d}'_0 = 0,9d_L$ (3.18)	40,0	Рекомендации раздела 3.1
3 Диаметр внутреннего насадка, мм	d''_0	d''_0 (расчетный принимается по расходу Q_0)	25,4	То же
4 Длина камеры смешения, мм	$L_{ц}$	$L_{ц} = 2 d_L$ (3.19)	40,0	[103]
5 Расстояние от сопла до камеры смешения, мм	\bar{z}	$\bar{z} = 0,3d_w = 0,3 \cdot d'_0$ (3.20) $\bar{z} = 0,3 \cdot 50 = 15$	15	[103]
6 Угол диффузора, град.	θ	θ	7°	[47]
7 Длина диффузора, мм	L_d	$L_d = K \operatorname{tg} 7^\circ$ (3.21)	140	[47]

Схема смесителя с расчетными размерами показана на рисунке 3.10.

Расчётом установлены:

- относительные геометрические размеры смесителя;
- величины вакуума в смесителе при минимальном напоре центробежного насоса 20 м (–4,45 м);
- подсасываемый смесителем расход удобрений $Q_1 = 4,96 \text{ м}^3/\text{ч}$;
- расход воды для полива (8,4 $\text{м}^3/\text{ч}$).

Диаметры корпуса смесителя и трубопроводов подачи воды, удобрений и животноводческих стоков подбираются по допустимым скоростям 2,0–2,5 м/с. Размеры даны на рисунке 3.10.

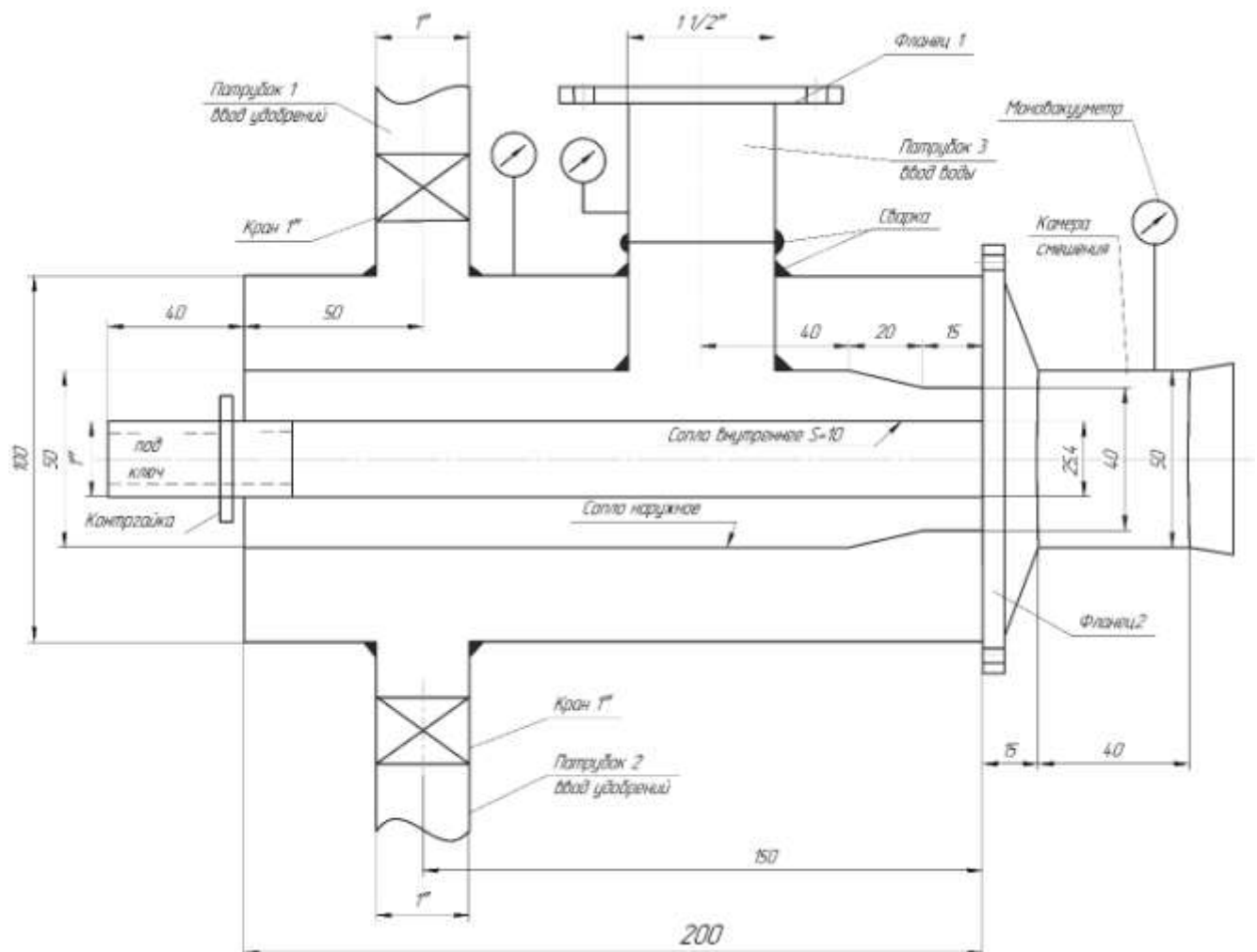


Рисунок 3.10 – Расчётная схема струйного четырёхкомпонентного смесителя с фактическими расчётными параметрами

По расчётным параметрам, используя справочные гидравлические зависимости, определяются длины и диаметры всех трубопроводов, необходимый объём ёмкостей для установленного количества удобрительных поливов, времени выдачи удобрений, длины всасывающих трубопроводов в смесителе.

3.6 Эффективность эксплуатации исследованных четырёхкомпонентных струйных смесителей

Эффективность эксплуатации орошаемых участков, как правило, оценивается коэффициентом полезного действия (КПД), зависящем от многих факторов – получению урожая сельхозкультур на участке, относящейся к полезной энергии и затраченной, расходуемой на электроэнергию всего используемого оборудования, уходовых работ в сфере обслуживания и капитальных затрат при строительстве мелиоративных систем. Использование струйных смесителей, обязательных при эксплуатации мелиоративных объектов при выращивании всех видов сельхозкультур зависит от отношения полезной энергии $N_{п}$ к затраченной, $N_{п}/N_{з}$.

К полезной энергии относится произведение подачи на напор, измеряемые при входе в смеситель, затраченная энергия увеличивается на величину коэффициентов гидравлических сопротивлений в смесителе – сопротивление в сопле,

$$h_{w0} = \zeta_d \frac{V_{диф}^2}{2g} \quad (3.9)$$

сопротивление в диффузоре $h_{wd} = \zeta_d \frac{V_{диф}^2}{2g} \quad (3.10)$

потери напора на смешение $h_{wсм}$ подсасываемого потока удобрений и подаваемого – воды, в таком случае суммарные потери равны:

$$\Sigma h_{wсм} = \zeta_0 \frac{V_0^2}{2g} + \zeta_d \frac{V_{диф}^2}{2g} + \zeta_{см} \frac{V_{см}^2}{2g} \quad (3.11)$$

По данным литературных источников КПД струйных смесителей приравнивается к КПД эжекторов, не превышает 25-30 % и зависит от назначения аппарата. При транспортировке пульпы на земснарядах КПД оценивается по плотности перекачиваемой смеси (как правило $\rho_{см} \geq 1,25$), при необходимости создания

вакуума во всасывающих трубопроводах насосных агрегатов – величиной вакуума до 9 метров.

В качестве основной потери в струйных аппаратах, как правило рассматриваются потери на смешение двух потоков с различной скоростью в камере смешения в процессе выравнивания эпюры скорости. Фактически количество движения смеси на выходе равно сумме количества движения входящих потоков.

$$(G_p + G_{т.в.})V_c = G_{т.р.} \cdot w_p + G_{т.в.} \cdot w_B, \text{ м} \quad (3.12)$$

$$\text{откуда } V_c = \frac{G_{т.р.} \cdot w_p + G_{т.в.} \cdot w_B}{G_{т.р.} + G_B}, \text{ м/с} \quad (3.13)$$

Кинетические энергии до смешения определяется по зависимости:

$$\text{Входящего потока} \quad E_{в.х.} = \frac{G_{в.р.}}{2} \cdot V_p^2 \quad (3.14)$$

$$\text{подсасываемого потока} \quad E_n = \frac{G_n}{2} \cdot V_{в.х.}^2 \quad (3.15)$$

$$\text{Энергия в результате смешения } E_2 = \frac{G_{т.р.} + G_B}{2} \cdot V_2^2 / 2g = \frac{G_{т.р.} \cdot V_p + G_{т.в.} \cdot V_B}{2(G_{т.р.} + G_{т.в.})} \quad (3.16)$$

Расчёт потерь на смешение проводится по разности энергий потока до и после смешения. Удельные потери, отнесённые к единице расхода, определяются

$$\Delta E = E_p + E_B - E_1 = \frac{1}{2} \frac{G_{т.р.} + G_{т.в.}}{G_{т.р.} + G_{т.в.}} \cdot (V_p^2 - V_B^2) \quad (3.17)$$

Потери на смешение отнесённая к единице расхода рабочего потока:

$$\Delta E_p = \frac{\Delta E}{G_{т.р.}} = \frac{V}{2(1+V)} \cdot (V_p - V_B)^2 \quad (3.18)$$

Потери, отнесённые к единице подсасываемого потока:

$$\Delta E_n = \frac{\Delta E}{G_{т.п.}} = \frac{(V_p - V_n)^2}{2(1+V_{см})} \quad (3.19)$$

Из зависимости 3.19 видно, что потери на смешение пропорциональны скорости потока в начале смешения.

В струйных смесителях, рассматриваемый струйный аппарат является оптимальным смесителем всех видов удобрений с возможностью измерения состава смеси в процессе эксплуатации (рисунок 3.11).

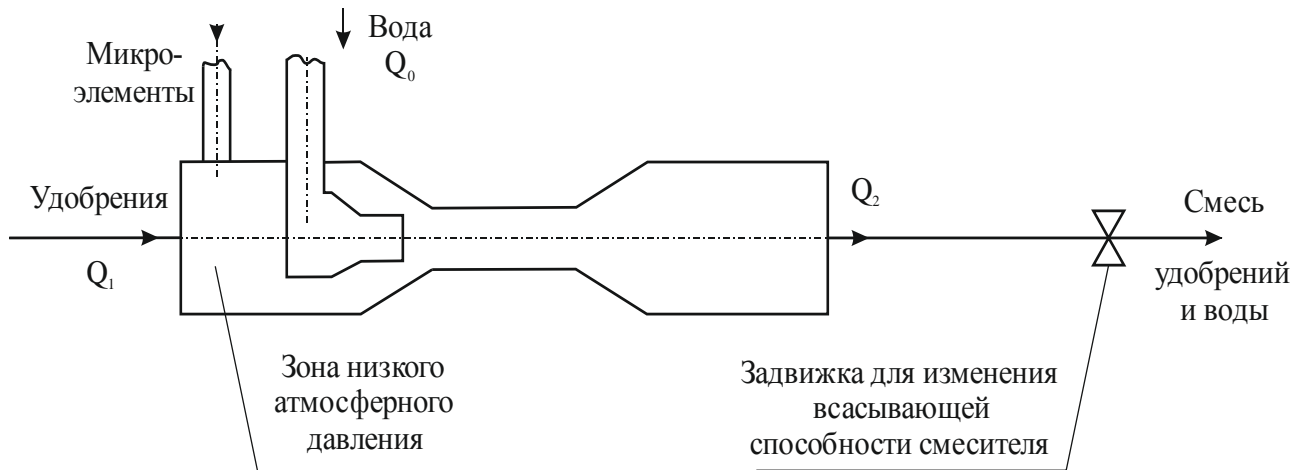


Рисунок 3.11 – Струйный аппарат – смеситель для смешения воды и удобрений

При необходимости изменения подачи удобрений задвижка для изменения всасывающей способности смесителя прикрывается и подсосываемая подача Q_1 , изменяется до нулевого или отрицательного значения, при неизменённой подаче воды Q_0 . В случае отрицательной величины подсосывания вода изменяет направление движения и коэффициент подсосывания достигает отрицательных величин. В связи с вышеизложенным, данным аппарат незаменим и при низком КПД, эффективность эксплуатации которого несовместима с затратами на его обслуживание. Кроме того, в корпусе смесителя находится участок с зоной низкого атмосферного давления (см. рисунок 3.11) в который имеется возможность автоматически, в случае необходимости вводить микроэлементы, необходимые для эффективного выращивания сельскохозяйственных культур.

Одним из существенных недостатков, смесителя является низкая дальность транспортировки пульпы, до 200 м по горизонтали при условии оптимальных потерь напора в напорном трубопроводе при скорости потока 2-2,5 м/с. В таком случае струйный смеситель эксплуатируется последовательно с центробежным насосом (рисунок 3.12).

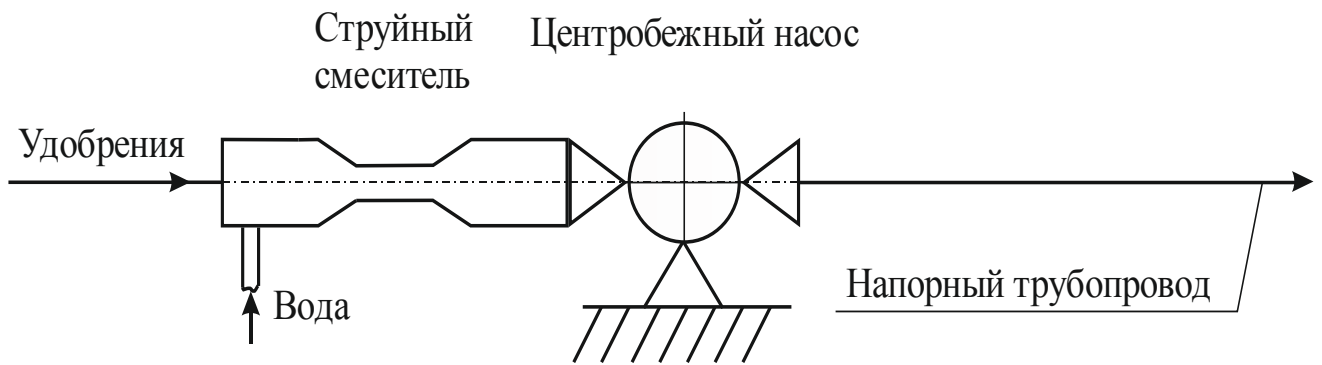


Рисунок 3.12 – Схема последовательного соединения струйного смесителя и центробежного насоса

По приведённой выше схеме смесь транспортируется на расстояния до 10 км и выше, при одноколёсных центробежных насосах, с использованием многоколёсных расстояние может увеличиться в несколько раз.

Выводы по главе

1. На основе описанных рекомендаций, используя литературные источники и результаты собственных исследований, определены варианты расчёта и разработки конструкторской документации при проектировании струйного четырёхкомпонентного смесителя удобрений.

2. По разработанной методике и схеме внесения удобрений предложен порядок расчёта всех элементов оросительной сети и подбора насосного оборудования.

3. По гидравлическим параметрам участка орошения назначен вариант расчёта потенциальной энергии в трубопроводах при определении возможности подкачивания удобрений смесителем.

4. В примере расчёта, по схеме посадки на испытываемом участке, определено по количеству капельниц 24000 шт. и выливу 3,5 л/ч, подача центробежного насоса 84,0 м³/ч обводной линии без смесителя Q_0 .

4 НАТУРНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ВВОДА УДОБРЕНИЙ В ОРОСИТЕЛЬНУЮ СЕТЬ СТРУЙНЫМ ЧЕТЫРЁХКОМПОНЕНТНЫМ СМЕСИТЕЛЕМ УДОБРЕНИЙ

Целью исследований струйного смесителя удобрений с водой при выращивании овощных культур в условиях открытого и защищённого грунта является определение полной энергии во всасывающем трубопроводе четырёхкомпонентного смесителя удобрений и воды экспериментальным способом.

Исследования проводились на участке орошения Бирючуктской опытной селекционной станции при возделывании перца сладкого и проверялись на данных при выращивании томатов в хозяйствах станции Заплавской Октябрьского района Ростовской области в соответствии с рисунком 2.6 с использованием контрольно-измерительных приборов согласно «ГОСТ 24026-80. Исследовательские испытания. Термины и определения».

Для выполнения поставленных задач изготовлена научно-производственная установка в соответствии с рисунками 4.1, 4.2, состоящая из насоса 1, всасывающего трубопровода 2, смесителя 3, трёх секционной ёмкости удобрений 4, всасывающего трубопровода смесителя 5, напорного трубопровода смесителя 6, арматуры и измерительной аппаратуры 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 21.

Установка работает следующим образом. Включается центробежный насос 1, вода по напорному трубопроводу 20 (трубопровод подачи поливной воды без удобрений, в случае закрытой задвижки 9) подаётся на участок. При необходимости включения струйного смесителя удобрений 3 открываются задвижки 7 и 9, необходимые удобрения из 3^x-секционной ёмкости 4 подсасываются смесителем и подаются непосредственно в капельные линии системы орошения (см. рисунок 3.8). При необходимости увеличения напора в оросительной сети удобрения подаются в трубопровод насоса таким образом, как показано на рисунке 4.2.

Проведение и обработка результатов опытов проводилась по рекомендациям В.Н. Вознесенского [27,34] с использованием теории планирования эксперимента [1].



Рисунок 4.1 – Ввод удобрений в сеть с помощью четырёхкомпонентного струйного смесителя. (Общий вид)

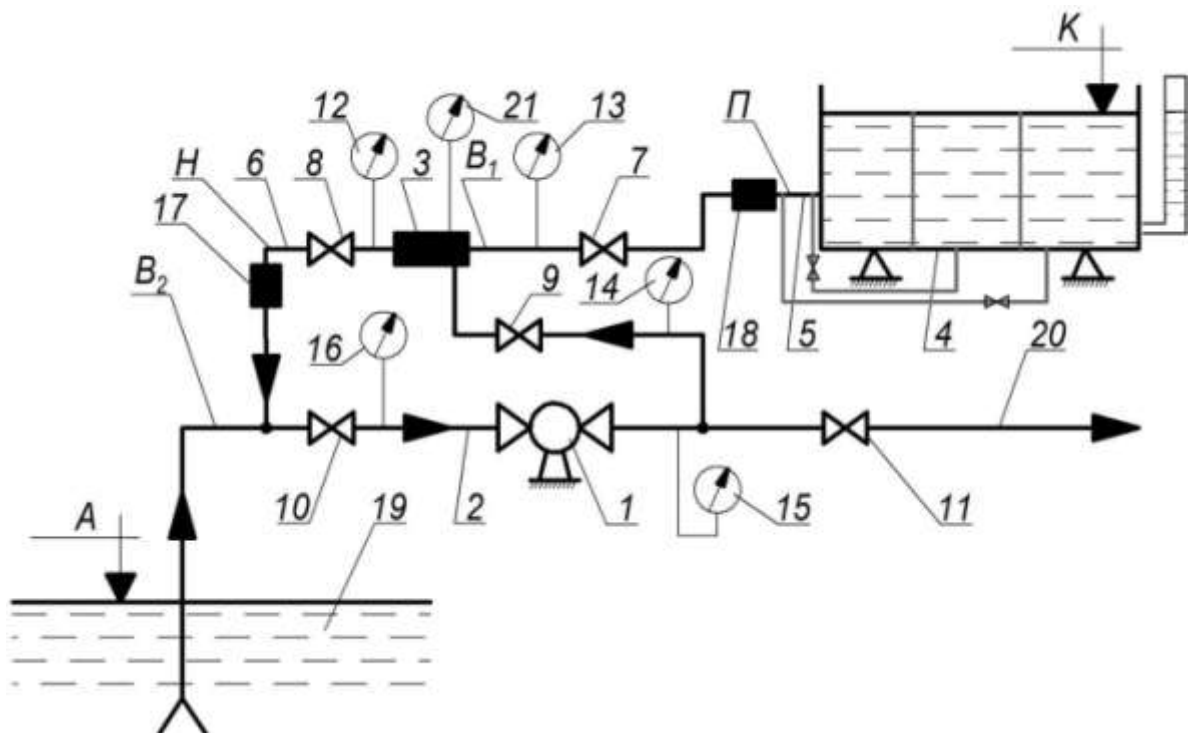


Рисунок 4.2 – Схема установки оборудования и приборов при проведении исследований: 1 – центробежный насос; 2 – всасывающий трубопровод; 3 – смеситель; 4 – трёхсекционная ёмкость для удобрений; 5 – всасывающий трубопровод смесителя; 6 – напорный трубопровод смесителя; 7,8,9,10,11 – задвижки; 12,13,21 – мановакуумметры; 14,15,16 – манометры; 17,18 – расходомеры; 19 – водоисточник; 20 – напорный трубопровод центробежного насоса

Опыты проведены в два этапа, первый – для определения степени влияния факторов B_1 – величина вакуума смесителя, принимаемые значения 0–9 м, B_2 – величина вакуума в трубопроводе центробежного насоса, принимаемые значения 0–5 м, H_1 – напор струйного насоса, принимаемый в пределах 0–25 м, на полную энергию во всасывающем трубопроводе смесителя Π (давление + скоростной напор), по которой в дальнейшем определились гидравлические и геометрические параметры всасывающей линии смесителя.

При расчёте критерия – энергии в трубопроводе смесителя Π , рассчитывались факторы: B_1 – вакуумметром 13, B_2 – манометром 16, H_1 – манометром 12. Расход удобрений Q_1 – подсасываемый расход смесителя определялся объёмным способом с помощью пьезометров в соответствии с рисунком 4.2 и тарированной ёмкости в соответствии с рисунком 4.3.



Рисунок 4.3 – Измерение расхода в водовыпусках с помощью тарированной ёмкости

Проведено две группы опытов.

Первая – для расчёта степени влияния факторов $B_1(x_1)$; $B_2(x_2)$; $H(x_3)$ на величину энергии Π во всасывающем трубопроводе смесителя. Для исследований на первом этапе принят 3^x -факторный план. Факторы и интервалы варьирования

представлены в таблице 4.1 и назначены на основании ранее проведенного литературного обзора [3,52,55,71].

Таблица 4.1– Фактические и кодированные величины факторов для первой группы опытов

Фактор	Код	Интервал, м	Уровень		
			средний, (0), м	нижний (-), м	верхний (+), м
B_1	x_1	2,0	6,0 (0)	4,0 (-)	8,0 (+)
B_2	x_2	1,0	3,0 (0)	2,0 (-)	4,0 (+)
H	x_3	6,0	10,0 (0)	6,0 (-)	14,0 (+)

Матрица и результаты исследований показаны в таблице 4.2 [71,74].

Таблица 4.2– Матрица планирования и результаты первой группы опытов

№ опыта	Вакуум в корпусе смесителя $B_1(x_1)$	Вакуум во всасывающем трубопроводе насоса $B_2(x_2)$	Напор смесителя $H(x_3)$	Величина фактора, м			Критерий Π , м
				$B_1(x_1)$	$B_2(x_2)$	$H(x_3)$	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	+	+	0	-8,0	-5,0	12,0	12,4
2	+	-	0	-8,0	-3,0	12,0	10,1
3	-	+	0	-4,0	-5,0	12,0	10,8
4	-	-	0	-4,0	-3,0	12,0	5,4
5	+	0	+	-8,0	-3,0	18,0	15,6
6	+	0	-	-8,0	-3,0	6,0	5,4
7	-	0	+	-4,0	-3,0	18,0	14,4
8	-	0	-	-4,0	-3,0	6,0	10,0
9	0	+	+	-4,0	-5,0	18,0	14,6
10	0	+	-	-4,0	-5,0	6,0	11,9
11	0	-	+	-4,0	-3,0	18,0	15,0
12	0	-	-	-4,0	-3,0	6,0	8,2
13	0	0	0	-4,0	-3,0	12,0	13,0
Обработка результатов (определение значения свободного члена и коэффициентов при факторах)							
	$\sum (+) = 43,5$ $\sum (-) = 40,8$ $1B_1 = -2,7$	$\sum (+) = 55,0$ $\sum (-) = 33,3$ $2B_2 = -21,8$	$\sum (+) = 59,6$ $\sum (-) = 35,6$ $3H = +24,0$				$ОП=143,6$

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8
	$x_1^2(B_1) = 84,1$	$x_2^2(B_2) = 103,0$	$x_3^2(H) = 158,3$				
	$B_1(x_1) \cdot B_2(x_2)$ $\sum (+) = 12,4$ $\sum (-) = 16,2$ $B_1B_2 = -3,8$	$B_1(x_1) \cdot H(x_3)$ $\sum (+) = 25,6$ $\sum (-) = 0$ $B_1B_3 = +25,6$	$B_2(x_2) \cdot H(x_3)$ $\sum (+) = 22,8$ $\sum (-) = 26,9$ $B_2H = -4,1$				

$$\rho_1 = -\frac{1}{2}O\Pi = -\frac{1}{2} \cdot 143,6 = -71,8; \quad \rho_2 = \frac{3}{16} \cdot \sum x_1^2 \Pi = 64,76;$$

$$b_0 = \Pi_{13} = 10,2; \quad b_1(B_1) = \frac{1}{8}iB = \frac{1}{8} \cdot 2,7 = +0,33; \quad b_2(B_2) = \frac{1}{8}iB = \frac{1}{8} \cdot 21,8 = +1,19;$$

$$b_3(H) = \frac{1}{8}iH = \frac{1}{8} \cdot 24,0 = +3,0; \quad \rho_3 = \rho_2 + \rho_1 = 64,76 - 71,8 = -7,04;$$

$$b_{11}(x_1^2) = \frac{1}{4}(11\Pi) + \rho_3 = \frac{1}{4} \cdot 8,41 - 7,04 = 13,99;$$

$$b_{22}(x_2^2) = \frac{1}{4}(22\Pi) + \rho_3 = \frac{1}{4} \cdot 103 + \rho_3 = 18,71;$$

$$b_{33}(x_3^2) = \frac{1}{4}(15,83) - \rho_3 = \frac{1}{4} \cdot 158,3 - 7,04 = 32,53; \quad b_{12} = \frac{1}{4}(-3,8) = -0,95;$$

$$b_{13} = \frac{1}{4} \cdot 25,6 = +6,4; \quad b_{23} = \frac{1}{4}(-4,1) = -1,02.$$

По уравнению в общем виде:

$$\begin{aligned} \Pi = & b_0 \pm b_1x_1 \pm b_2x_2 \pm b_3x_3 \pm b_{11}(x_1^2) \pm b_{22}(x_2^2) \pm b_{33}(x_3^2) \pm b_{11}(x_1^2) \pm b_{22}(x_2^2) \pm \\ & \pm b_{33}(x_3^2) \pm b_{12}(x_1x_2) \pm b_{13}(x_1x_3) \pm b_{23}(x_2x_3). \end{aligned} \quad (4.1)$$

Составлена зависимость с фактическими величинами:

$$\begin{aligned} \Pi = & 10,2 + 0,33B_1 + 1,19B_2 + 3,0H + 13,99B_1^2 + 18,71B_2^2 + 32,53H^2 - \\ & - 0,95B_1B_2 + 6,4B_1H - 1,02B_2H. \end{aligned} \quad (4.2)$$

По зависимости (4.2) построена ранжированная кривая степени влияния факторов – напора смесителя H , вакуума во всасывающем трубопроводе насоса B_2 и вакуума в корпусе смесителя B_1 в соответствии с рисунком 4.4.

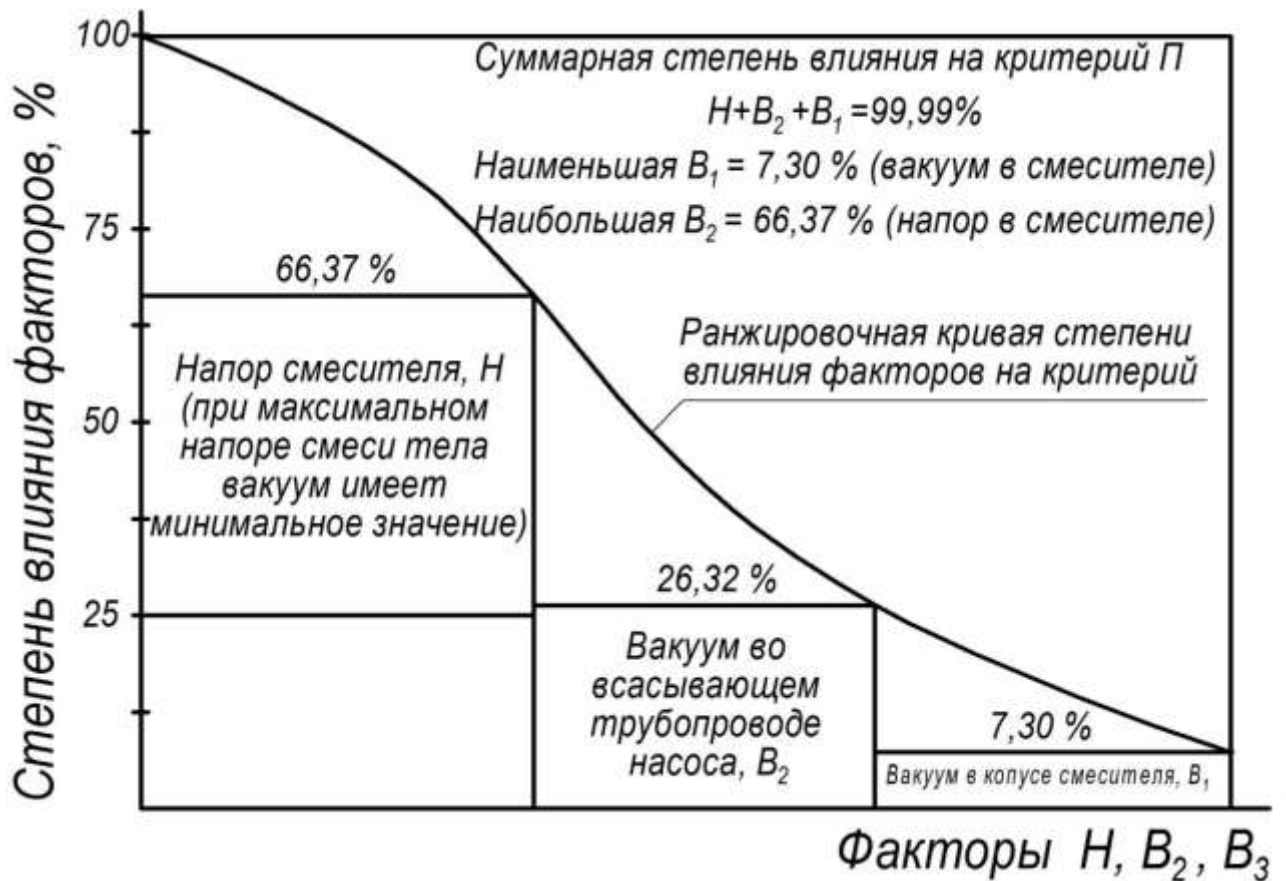


Рисунок 4.4 – Степень влияния факторов: напора смесителя H , вакуума в трубопроводе центробежного насоса B_2 и вакуума в корпусе смесителя B_1 на критерий Π – величину потенциальной энергии во всасывающем трубопроводе смесителя

По рисунку 4.4 видно, что максимальное влияние на величину потенциальной энергии во всасывающем трубопроводе смесителя Π оказывает напор смесителя H – 66,37 %, минимальное – вакуум в корпусе смесителя $B_1=7,30\%$. Кроме того, для сравнения опытных и расчётных данных по зависимости 4.2 рассчитаны величины критерия Π (рисунок 4.5), по которому определена наибольшая величина энергии 15,6 м, полученная при значениях вакуума в смесителе (–8 м и 18 м) и вакуума в центробежном насосе (–3 м).

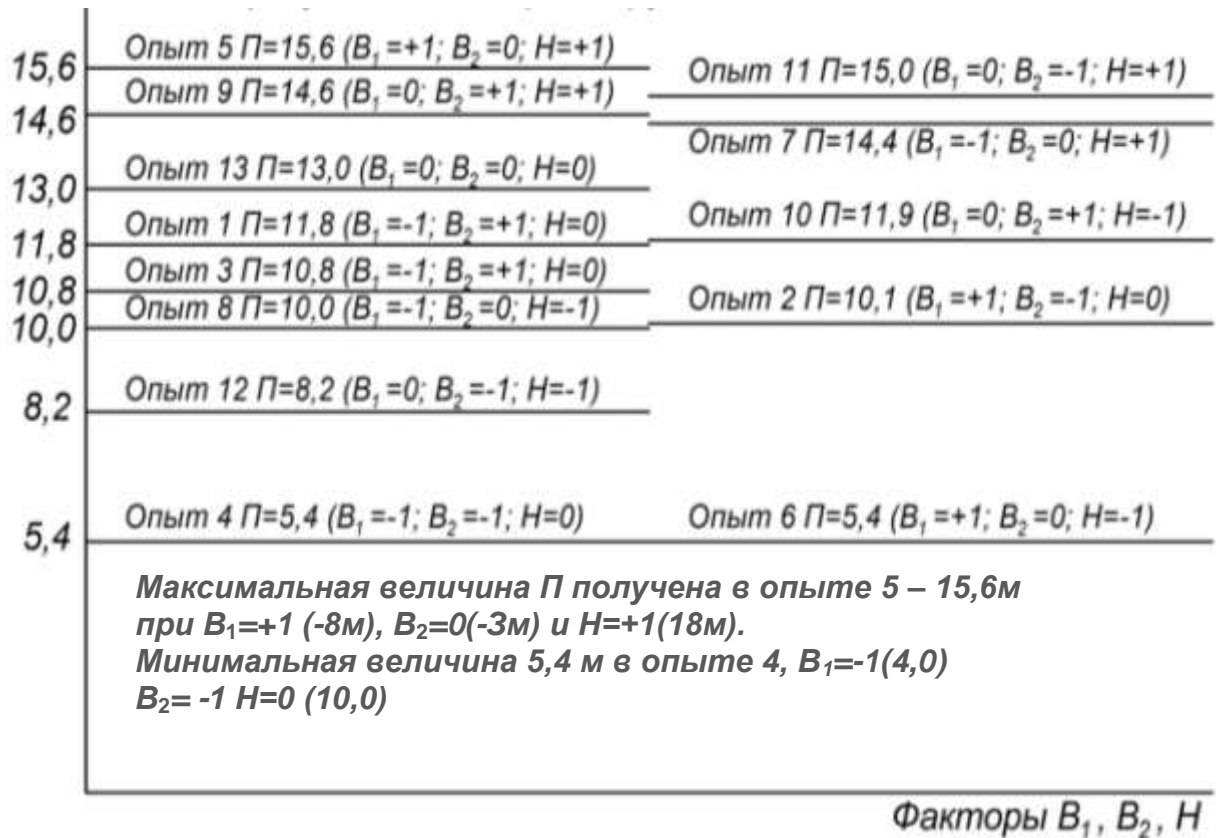


Рисунок 4.5 – Величины потенциальной энергии Π во всасывающем трубопроводе смесителя

Дальнейшие исследования проведены с двумя факторами – напором смесителя H' и вакуумом во всасывающем трубопроводе насоса B_2' при стабильном, принятом по первой группе опытов, значении вакуума в корпусе смесителя $B_1=5$ м, с измененными интервалами варьирования. Фактические и кодированные значения факторов для 2^x факторного плана показаны в таблице 4.3. Матрица планирования и результаты второй группы опытов показаны в таблице 4.4.

Таблица 4.3 – Фактические и кодированные значения факторов для второй группы опытов

Фактор	Код	Интервал, м	Уровень		
			средний (0), м	нижний (-)	верхний (+)
Вакуум во всасывающем трубопроводе насоса, B_2'	x_2'	1,0	4,0 (0)	3,0 (-)	5,0 (+)
Напор смесителя, H'	x_3'	4,0	10,0 (0)	14,0 (-)	18,0 (+)

Таблица 4.4 – Матрица и результаты второй группы опытов

№ опыта	Вакуум во всасывающем трубопроводе насоса, $x_2'(B_2')$, м	Напор смесителя $x_3'(H_1')$, м	Величина фактора, м		$x_2' \cdot H$	Критерий (полная энергия во всасывающем трубопроводе смесителя) Π_2 , м
			B_2'	H'		
			x_2'	x_3'		
1	+	+	5,0	18,0	+21,4	21,4
2	+	-	5,0	10,0	-20,4	20,4
3	-	+	3,0	18,0	-15,0	15,0
4	-	-	3,0	10,0	+13,0	13,0
5	+	0	5,0	14,0	0	10,1
6	-	0	3,0	14,0	0	16,2
7	0	+	4,0	18,0	0	17,0
8	0	-	4,0	10,0	0	13,4
9	0	0	4,0	14,0	0	12,3
Обработка результатов (определение значения свободного члена и коэффициентов при факторах)						
	$\sum(+)=51,9$ $\sum(-)=44,4$ $10\Pi_2' = +7,5$	$\sum(+)=53,4$ $\sum(-)=47,0$ $20\Pi_2' = +6,4$	$110\Pi_2 =$ $=96,3$ $110\Pi_2 + 220\Pi_2 =$ $=196,7$	$220\Pi_2 =$ $=100,4$	$\sum(+)=34,4$ $\sum(-)=-35,4$ $120\Pi_2 = -1$	$0\Pi_2=139,0$
$\sum 110\Pi_2 = 196,7$ $\rho_3 = -\frac{1}{3}\sum 110\Pi_2 - \frac{1}{3}196,7 =$ $= -65,56$			$\frac{1}{2}110\Pi_2 \quad \frac{1}{2}220\Pi_2$ 48,15 50,2 $b_{12} = \frac{1}{4} =$ $= \frac{1}{4}120\Pi_2$ $= -\frac{1}{4}$		$\rho_1 = -\frac{1}{3}0\Pi_2 = \frac{139}{3} =$ $= -46,33;$ $\rho_2 = \frac{5}{9}0\Pi_2' =$ $= 77,22;$ $b_0 = \rho_2 + \rho_3 =$ $= 77,22 - 65,5 =$ $= 11,72$	
$b_{ii} = \frac{1}{2}ii + \rho_i'$ $b_{11} = 48,15 - 46,33 =$ $= 1,82$ $b_{22} = -\frac{1}{4}$			$b_1 = \frac{1}{6} \cdot 10\Pi_2' = \frac{1}{6} \cdot 7,5 = 1,25$ $b_2 = \frac{1}{6} \cdot 20\Pi_2' = \frac{1}{6} \cdot 6,4 = 1,06$			

По уравнению в общем виде:

$$\Pi_2 = b_0' \pm b_1 x_2' \pm b_2 H' \pm b_{11} x_2'^2 \pm b_{11} H'^2 \pm b_{12} x_2' H' \quad (4.3)$$

На основании обработанных результатов записана зависимость в натуральных величинах, по которой вычислены максимальные и минимальные, фактически полученные по результатам опытов, значения критерия (полной энергии) Π_2 во всасывающем трубопроводе смесителя:

$$P_2 = 11,72 + 1,25x_2' + 1,06H_1' + 1,82x_2'^2 + 3,87H_1'^2 - \frac{1}{4}x_2'H_1'. \quad (4.4)$$

Анализ результатов по величинам значений потенциальной энергии по зависимости (4.4) показан в таблице 4.5 и на рисунке 4.6. Расчётные значения критерия P во всасывающем трубопроводе смесителя вычислены по зависимости (4.4).

Таблица 4.5 – Расчётные значения критерия P во всасывающем трубопроводе смесителя

№ опыта	Вакуум в центробежном насосе, B_2		Напор смесителя, H_1		Критерий, P_2 , м
	код	величина	код	величина	
	x_2'	B_2 , м	x_3'	H_1 , м	
1	+	5,0	+	18,0	19,47
2	+	5,0	–	10,0	17,35
3	–	3,0	+	18,0	16,97
4	–	3,0	–	10,0	14,85
5	+	5,0	0	14,0	14,79
6	–	3,0	0	14,0	12,29
7	0	4,0	+	18,0	16,65
8	0	4,0	–	10,0	14,53
9	0	0	4,0	14,0	11,72

Анализ данных, полученных по результатам проведенных исследований, показал, что максимальная величина энергии во всасывающем трубопроводе смесителя как по опытным данным таблиц 4.2 и 4.4, так и рассчитанная по полученным уравнениям (4.2) и (4.4) колеблется в пределах 10–20 м, что даёт возможность проводить расчёты гидравлических параметров системы подачи удобрений в трубопроводах насосных станций, независимо от характеристики гидромеханического оборудования.

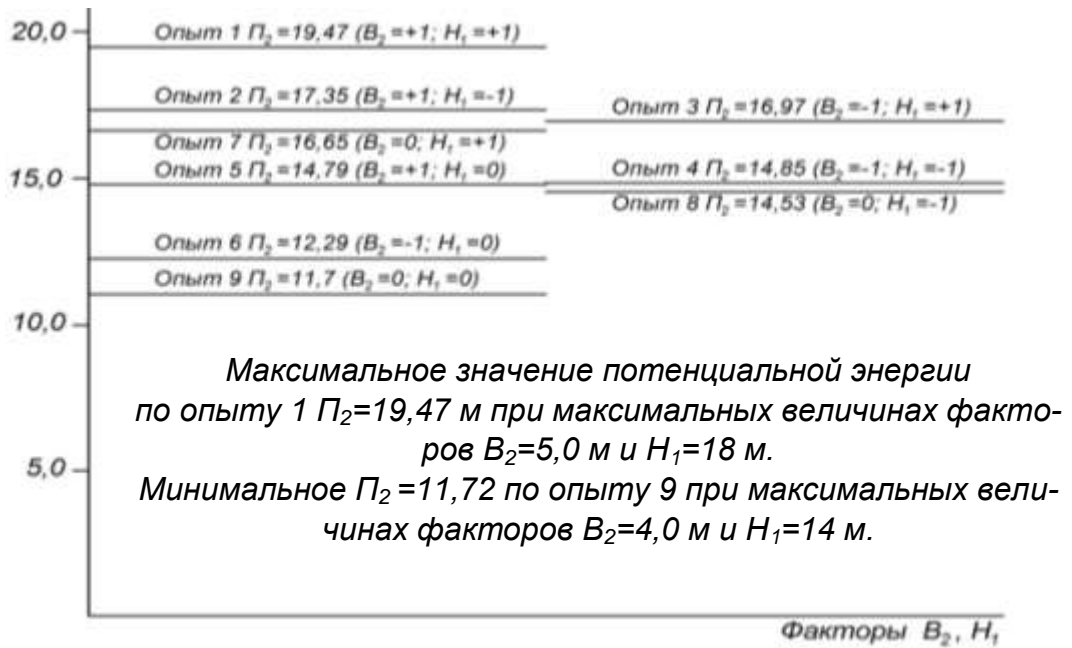


Рисунок 4.6 – Величины потенциальной энергии P во всасывающем трубопроводе смесителя по второй группе опытов при стабильном значении вакуума в корпусе смесителя $B_1=5$ м

Выводы по главе

Проведенными экспериментальными исследованиями с использованием теории планирования эксперимента по определению степени влияния напора смесителя H , вакуума в трубопроводе центробежного насоса B_2 и вакуума в корпусе смесителя B_1 на критерий P – величину потенциальной энергии во всасывающем трубопроводе смесителя установлено влияние по первой группе опытов:

– напор смесителя H – 66,37 %, вакуум во всасывающем трубопроводе центробежного насоса B_2 – 26,32 % и вакуум в корпусе смесителя B_1 – 7,3%;

– при сравнении опытных и расчётных данных определена максимальная величина потенциальной энергии 15,6 м, получена при значениях вакуума в корпусе смесителя 8 м и вакуума в корпусе центробежного насоса –3 м.

По второй группе опытов с факторами B_2 и H вычислены значения критерия: максимальное – 19,47 м, что соответствует значениям $B_2=5$ м и $H_1=18$ м и минимальное – 11,72 м при $B_2=0$ м и $H_1=14$ м. Полученные величины являются исходными для определения возможности проведения расчётов гидравлических параметров системы подачи удобрений, независимо от характеристики гидромеханического оборудования, используемого в качестве рабочего насоса для смесителя, а также для разработки основ расчёта места установки всего комплекса оборудования на территории насосной станции.

5 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СТРУЙНОЙ СИСТЕМЫ СМЕШЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ И ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ С ВОДОЙ

5.1 Характеристика заменяемого и предлагаемого вариантов систем смешения

Известно, что технологические процессы внесения удобрений принимаются в зависимости от вида, выращиваемой культуры и способов смешения с водой [32, 37, 63, 68]. В настоящей работе в качестве заменяемого варианта рассмотрен гидравлический способ внесения удобрений с использованием насосного оборудования и систем капельного орошения и рассматривается способ смешения удобрений, в т.ч. и животноводческих стоков, в водоёме-смесителе, в соответствии с рисунком 5.1.

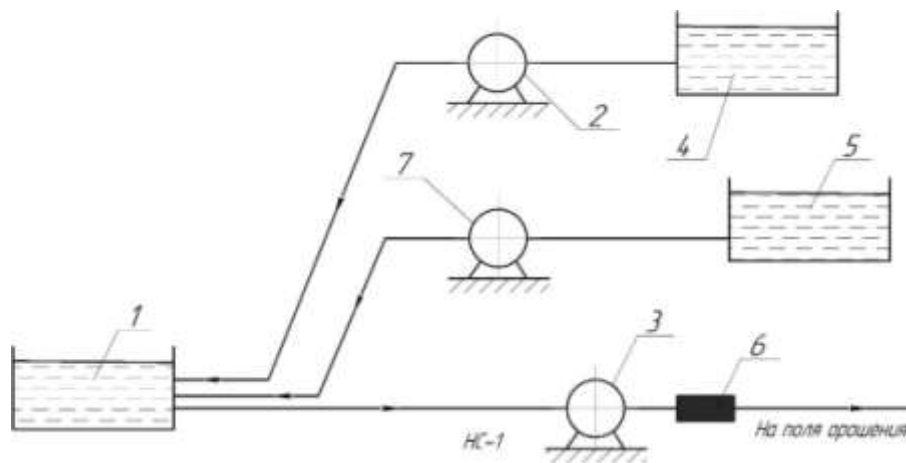


Рисунок 5.1 – Схема смешения удобрений с водой и подачи смеси на поля орошения при удобрительных поливах с помощью водоёма смесителя: 1 – ёмкость; 2 – насос для удобрений; 3 – насосный агрегат подачи смеси; 4 – ёмкость для раствора; 5 – ёмкость для воды; 6 – фильтр; 7 – агрегат подачи воды

Система работает следующим образом.

В ёмкость 4 заливается маточный раствор (концентрированная жидкость с высоким содержанием минеральных удобрений (вытяжки животноводческих стоков) и подаётся насосным агрегатом 2 (в случае значительной удалённости от ёмкости для смешения) в смеситель 1, одновременно из водоёма 5, как правило, без использования гидромеханического оборудования подаётся вода. В смесителе 1 проводится

смешение в необходимых пропорциях, и насосным агрегатом 3 через фильтр 6 смесь подается в капельные ленты. Способ имеет ряд недостатков, главный из которых – отсутствие возможности изменения концентрации смеси в процессе полива.

5.2 Расчёт экономического эффекта в сфере приготовления смеси удобрений с водой и функционирования объектов заменяемого и внедряемого вариантов

Расчёт проведён по рекомендациям раздела 3.5, данным таблиц 3.1 и 3.2, с использованием схем рисунков 5.1 и 5.2, инструкции [49] и рекомендаций [44, 109].

В качестве предлагаемого варианта рассматривается струйный четырёхкомпонентный смеситель, используемый для подачи всех видов удобрений, включая вытяжку животноводческих стоков, минеральные удобрения и микроэлементы, в соответствии с рисунком 5.2.

Эффект в сфере приготовления смеси удобрений с водой и функционирования объектов от досрочного ввода в эксплуатацию \mathcal{E} определяется по рекомендациям [49]:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_c + \mathcal{E}_\phi, \quad (5.1)$$

где \mathcal{E}_c – эффект от создания и эксплуатации внедряемой технологии:

$$\mathcal{E}_c = \beta\varphi \sum_{i=1}^n Z_1 \alpha_1 + \mathcal{E}_s - \sum_{i=1}^m Z_2 \alpha_2, \quad (5.2)$$

где

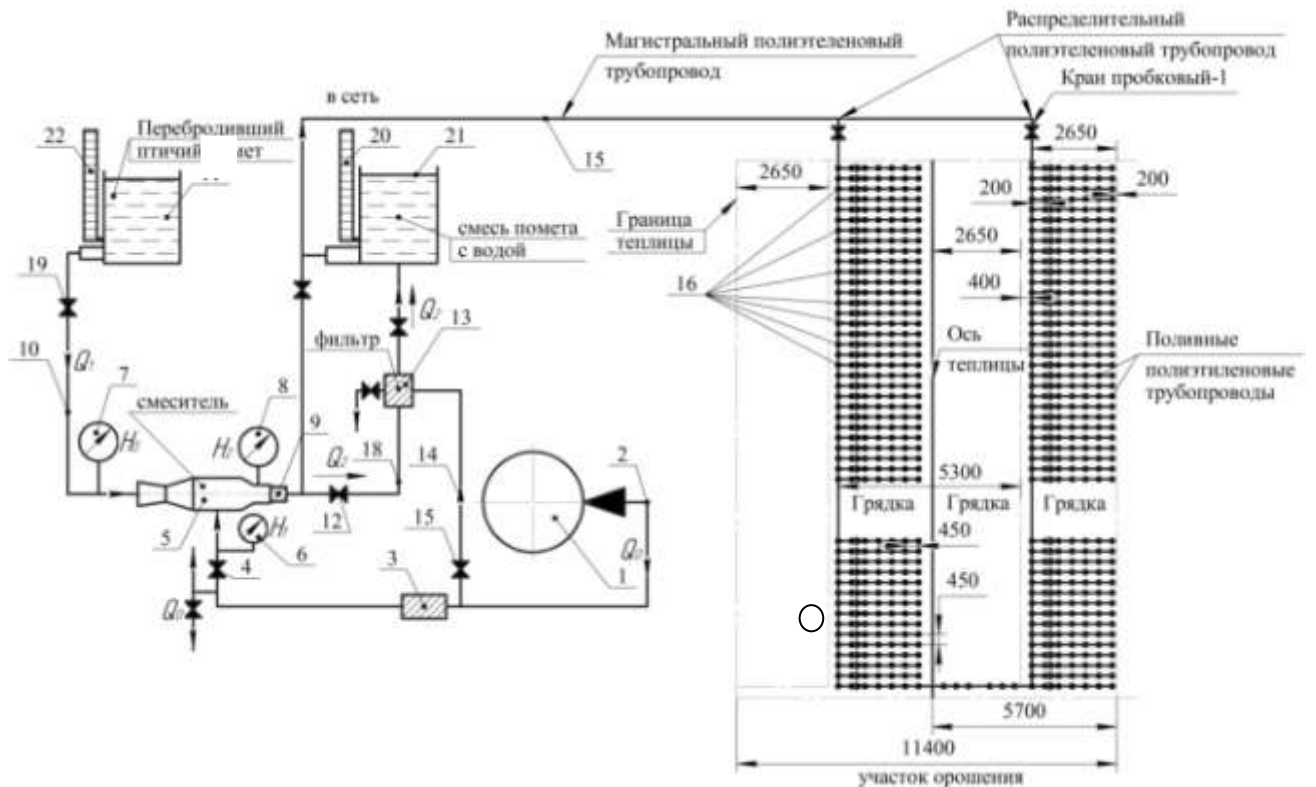
$$Z_1 = C_1 + E_n K_{y\phi 1}, \quad (5.3)$$

$$Z_2 = C_2 + E_n K_{y\phi 2}, \quad (5.4)$$

где Z_1, Z_2 – затраты по вариантам;

C_1, C_2 – стоимость монтажных работ (принимается 7,5 % от стоимости СМР);

$K_{y\phi 1}, K_{y\phi 2}$ – капитальные вложения (принимаемые в размере 15 % от отпускной цены оборудования);



- 1 – насос; 2 – трубопровод поливной воды; 3,9 – расходомеры; 4,12,15,19,22 – задвижки;
 5 – струйный смеситель; 6,7,8 – манометры;
 10 – трубопровод подачи в смеситель птичьего помета;
 11 – ёмкость с разжиженным птичьим помётом; 13 – фильтр;
 14 – трубопровод промывки фильтра; 16 – распределительный трубопровод;
 16 – поливной трубопровод; 17 – водовыпуск; 18 – трубопровод подачи смеси;
 20, 23 – пьезометры; 21 – низконапорная ёмкость

Рисунок 5.2 – Схема локальной сети с подачей удобрений
 (патент № 2448450)

E_n – коэффициент эффективности вложений (1,8);

β – качественный параметр (принимается 1,8 в случае увеличения планируемого урожая);

φ – коэффициент срока службы (принимается 1);

α_i – коэффициент приведения в году завершения строительства в зависимости от продолжительности ($\alpha_1= 1,29$; $\alpha_2= 1,25$).

Расчёт приведён на примере орошаемого участка Бирючукотской опытной селекционной станции при выращивании перца сладкого.

Исходные данные для расчёта приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Стоимость основного оборудования и сооружений, тыс. руб. на участок 0,42 га

Наименование оборудования (сооружений)	Вариант		Обоснование
	заменяемый	внедряемый	
1	2	3	4
1 Насосный агрегат подачи удобрений К20/18	64,1	–	Поз.2, рис.5.1 (прайс лист)
2 Насосный агрегат подачи поливной воды К20/30	135,4	–	Поз.7, рис.5.1 (прайс лист)
3 Насосный агрегат подачи смеси удобрений с водой К160/30	86,8	–	Поз.2, рис.5.1 (прайс лист)
4 Ёмкость для удобрений и смеси удобрений с водой (4 шт. по 1м ³)	165,0	165,0	Сметная стоимость
5 Полиэтиленовый трубопровод, трубопроводная арматура, фасонина для S=0,42 га	103,0	103,0	Сметная стоимость
6 Насосный агрегат подачи воды (погружной) ДЦВ6-10-50	–	98,0	Поз.1, рис.5.2 (прайс лист)
7 Струйный четырёхкомпонентный смеситель удобрений	–	53,0	Поз.5, рис.5.2 (сметная стоимость)
Итого: затраты по основным фондам	554,3	414,0	–
Строймонтаж	–	–	7,5 % [49]
C_1	41,57	–	–
C_2	–	31,05	–
Удельные капвложения	–	–	15 % от отпускной цены оборудования, [49]
K_1	83,14	–	–
K_2	–	62,1	–
Коэффициент эффективности вложений, E_n	1,8		Коэффициент от удельных капвложений [49]

Расчёт приведённых затрат по заменяемой и новой технологии на испытываемый участок 0,42 га проведён по зависимостям (5.3) и (5.4).

$$Z_1 = 554,3 + 83,4 \cdot 1,8 = 704,42 \text{ (тыс. руб.)}$$

$$Z_2 = 414,0 + 62,1 \cdot 1,8 = 525,78 \text{ (тыс. руб.)}$$

Приведённые затраты, пересчитанные на 1 га:

$Z_1 = 1676,19$ (тыс. руб.), $Z_2 = 1251,8$ (тыс. руб.).

Экономический эффект в сфере эксплуатации за счёт внедрения новой технологии [49]:

$$\mathcal{E}_s = \frac{(I_1 - I_2) - E_n(K_2 - K_1)}{p_2 + E_n}, \quad (5.5)$$

где K_1, K_2 – капиталовложения в процессе эксплуатации (принимаются одними величинами);

$I'_{1,2}$ – эксплуатационные издержки на персонал, электроэнергию и сопутствующие капиталовложения:

$I'_{1,2} = p_c + p_{об}$ – отчисления по основным фондам (амортизационные) p_c , по норме принимаются 4,1 % от капиталовложений:

$$p_{c1} = 0,041 \cdot K_1 = 3,40 \text{ (тыс. руб.)};$$

$$p_{c2} = 0,041 \cdot K_2 = 2,54 \text{ (тыс. руб.)};$$

$p_{об}$ – норма отчислений на ремонт оборудования (принимается 15% от стоимости оборудования)

$$p_{об1} = 0,15 \cdot K_1 = 12,47 \text{ (тыс. руб.)};$$

$$p_{об2} = 0,15 \cdot K_2 = 9,31 \text{ (тыс. руб.)}.$$

Тогда $I_1 = 12,47 + 3,40 = 15,87$ (тыс. руб.);

$I_2 = 9,31 + 2,54 = 11,85$ (тыс. руб.).

По сопоставляемым вариантам рассчитывается стоимость затраченной электроэнергии по зависимости:

$$C_s = \frac{3 \cdot \mathcal{E}}{1000 \cdot 1000}, \quad (5.6)$$

где $\mathcal{E} = 0,002725 \frac{W \cdot H}{\sum \eta}$ – годовые затраты:

$W = \sum Q \cdot n \cdot N \cdot a$ – объём перекачиваемой воды, удобрений и смеси удобрений с водой; n – число эксплуатируемых насосов; N – число суток работы

насосных агрегатов; a – число часов работы в сутках; H – напор насосного оборудования.

В расчёте объём перекачиваемой поливной воды принимается однозначным для двух вариантов, т.к. количество удобрений, вносимых на участок при расчёте на планируемый урожай перца сладкого 60 т/га. Масса вытяжки животноводческих стоков составляет 688,25 кг/га (см. таблицу 2.4, поз.1). При соотношении стоков и воды 1:3 [87,89, 96,99,104,105, 107]. Необходимое количество перекачиваемой воды 2064 кг/га, при напоре насоса 20 м и подаче 84 м³/ч (0,023 м³/с) (24000 капельниц при расходе каждой 3,5 л/ч). Потребляемая мощность насоса в таком случае составляет [52]:

$$N_{н.36} = \frac{9,8 \cdot 0,023 \cdot 20}{0,7} \approx 7 - 10 \text{ кВт.}$$

При работе трёх насосов (подача воды, удобрений и смеси удобрений с водой) суммарная потребляемая мощность составит ≈ 30 кВт, а при значении $N \cdot a = 300$ ч, потребляемая мощность 9000 кВт/ч (45000 руб.) (при цене за 1 кВт ч 5 руб.).

При использовании новой технологии используется один насос с аналогичными параметрами, при этом годовая цена потребляемой энергии составит 15000 руб. Учитывая вышеизложенное, сумма годовых издержек при эксплуатации системы смешения составит:

–по заменяемому варианту:

$$I_1 = I'_1 + C_{э.з} = 15,870 + 45,000 = 60,87 \text{ (тыс. руб.)};$$

$$I_2 = I'_2 + C_{э.н} = 11,850 + 15,000 = 26,85 \text{ (тыс. руб.)}.$$

Годовой эффект от досрочного ввода:

$$\mathcal{E}_\phi = E_n \Phi(t_1 - t_2), \quad (5.7)$$

где t_1, t_2 – сроки строительства ($t_1 = 1,4$; $t_2 = 0,12$).

$$\mathcal{E}_\phi = 0,15 \cdot 414,0 (1,4 - 0,12) = 79,48 \text{ (тыс. руб.)}.$$

Годовой экономический эффект в ценах 2020 г. в сфере строительства и эксплуатации объекта новой техники составит на исследуемую площадь 0,42 га:

$$\mathcal{E} = (704,42 - 525,78) + 30,0 + (15,87 - 11,85) = 212,66 \text{ (тыс. руб.)}.$$

В пересчете на 1 га 506,33 тыс. руб.

Расчёт годового экономического эффекта при выращивании томата в защищённом грунте не проводился, т.к. идентичен. Расчёт эффекта при выращивании перца сладкого уменьшен на коэффициент 1,3 [53,54], в связи с увеличением капитальных затрат на строительство объектов для защищённого грунта и составляет для сферы строительства и эксплуатации новой техники на 1 га $506,33 / 1,3 = 389,5$ тыс. руб.

В каждом конкретном случае при увеличении площади орошения изменятся все составляющие величины экономического эффекта – трубопроводы, арматура, характеристики насосного оборудования, цена смесителя, но порядок расчёта остаётся прежним. Расчёт экономического эффекта выполнен без экологических преимуществ предлагаемой технологии удобрительных поливов, которые, очевидно, выше полученных числовых значений.

5.3 Расчёт экономического эффекта в сфере увеличения урожая

При расчёте экономического эффекта от повышения урожая выращиваемых культур за базовый вариант принят средний урожай перца сладкого 39,4 т/га и томата 43,3 т/га по Ростовской области в 2020–2021 гг. [4, 22, 57, 59, 62, 63, 91].

Исходные данные при расчёте экономического эффекта от увеличения урожая по перцу сладкому в соответствии с рисунком 5.3 и томата в соответствии с рисунком 5.4 показан в таблице 5.2, расчёт приведён в таблице 5.3.



Рисунок 5.3 – Выращенный урожай перца сладкого в открытом грунте
(общий вид поля)



Рисунок 5.4 – Выращенный урожай томата в защищённом грунте
(общий вид неотапливаемой теплицы)

Таблица 5.2 – Исходные данные для расчёта

Показатель	Обозначение	Ед. измерения	Величина варианта	
			базовый	внедряемый
Перец сладкий в открытом грунте				
Площадь внедрения	A_n	га	0,42	на 1 га
Средняя урожайность	U_n	т/га	39,4	65,2
Валовая продукция	B	т/га	39,4	65,2
Издержки	Z_{1n}	тыс. руб./га	1736,8	–
	Z_{2n}	тыс. руб./га	–	1278,6
Себестоимость	C_{1n}	руб./т	4408,2	1961,1
Стоимость валовой продукции	C_{1n}	тыс. руб.	173683,0	–
	C_{2n}	тыс. руб.	–	127876,1
Общий экономический эффект по перцу сладкому с учётом эффекта на увеличение урожая составил $506,33 + (173,683 - 127,876) = 551,93$ (тыс. руб.)				
Томат в защищённом грунте (рассчитан по эффекту в сфере увеличения урожая)				
Площадь внедрения	A_t	га	1,0	0,6
Средняя урожайность	U_t	т/га	41,6	63,9
Себестоимость	C_t	тыс.руб.	37,88	16,872
Издержки	Z_{1t}	тыс. руб./га	2257	–
	Z_{2t}	тыс. руб./га	–	1662
Стоимость валовой продукции	C_{1t}	тыс. руб.	1576,0	–
	C_{2t}	тыс. руб.	–	3600,0
Примечание – Рассчитанный экономический эффект при выращивании томата в защищённом грунте в сфере стоимости увеличения урожая составил 2024 тыс. руб.				

Выводы по главе

1. Проведённый расчёт общего экономического эффекта гидравлической схемы внесения удобрений с использованием струйного четырёхкомпонентного смесителя, по сравнению с существующей технологией (при выращивании перца сладкого), составил в сфере строительства и эксплуатации 506,33 тыс. руб./га, в сфере увеличения урожайности в 1,52 раза.

2. Использование струйного смесителя удобрений позволяет:

– сократить срок строительства системы в 12 раз с 1,4 до 0,12 года за счёт уменьшения установленной мощности;

– снизить стоимость величины потребляемой энергии с 30 до 10 кВт с одновременным изменением количества эксплуатируемого насосного оборудования в три раза.

3. При расчёте экономической эффективности в сфере повышения урожая томата установлено увеличение полученной продукции в 1,4 раза.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Анализ современных систем смешения органических и минеральных удобрений с водой при удобрительных поливах сельскохозяйственных культур показывает, что перечисленные схемы сложны как в устройстве, так и в эксплуатации с отсутствием гарантированного одновременного внесения всего комплекса удобрений, и требуют проведения дополнительных исследований для внедрения в производство. Кроме того, известные методы расчёта, использующие теорию турбулентных струй, практически не доведены до расчётных формул, позволяющих с необходимой точностью рассчитать геометрические размеры и гидравлические параметры струйных смесителей, подобрать необходимое насосное оборудование, обеспечивающее эффективную оптимальную эксплуатацию установки для рабочих параметров смесителя – подсосываемого расхода и высоты подачи.

2. Разработанный технологический процесс использования струйного четырёхкомпонентного смесителя удобрений позволяет определить порядок эксплуатации всей системы внесения удобрений на примере капельного орошения овощных культур. По рассчитанной норме внесения вытяжки животноводческих стоков на планируемый урожай перца сладкого и томата 600 ц/га, определена годовая норма вытяжки животноводческих стоков при выращивании перца сладкого по азоту 958,8 кг/га и фактический дефицит фосфора 67,08 кг/га и калия 505,1 кг/га, годовая норма стоков при выращивании томата по азоту 688,25 кг/га и фактический дефицит фосфора 163,12 кг/га и калия 988,67 кг/га, на основе которой представлен порядок расчёта параметров смесителя, позволяющий создать конструкцию системы внесения, независимо от площади орошения и возможности выращивания как в открытом, так и защищённом грунте.

3. По предложенной методике расчёта и схеме внесения удобрений определен порядок расчёта всех элементов оросительной сети и подбора насосного оборудования, даны рекомендации к вычислению всех геометрических размеров, гидравлических параметров, кинетической 10,18 м и полной энергии 18,2 м при максимально возможной скорости рабочего потока в сопле смесителя 17,82 м/с.

4. Проведёнными экспериментальными исследованиями по определению степени влияния напора смесителя H , вакуума во всасывающем трубопроводе центробежного насоса B_2 и вакуума в корпусе смесителя B_1 на величину полной энергии во всасывающем трубопроводе смесителя 19,27 м, что соответствует значениям $B_2=5$ м и $H_1=18$ м и минимальное 11,72 м при $B_2=0$ м и $H_1=14$ м. Полученные значения определяют возможность проводить расчёты гидравлических параметров системы подачи удобрений, независимо от характеристики гидромеханического оборудования, используемого в качестве рабочего насоса для смесителя, а также для разработки основ расчёта места установки всего комплекса оборудования на территории насосной станции.

5. Приведённый расчёт общего экономического эффекта гидравлической схемы смешения с водой удобрений и внесения смеси на орошаемый участок с использованием струйного четырёхкомпонентного смесителя, по сравнению с существующей наиболее эффективной технологией смешения в смесительной ёмкости на примере выращивания перца сладкого в открытом грунте, составил в сфере строительства и эксплуатации 506,33 тыс. руб./га, в сфере увеличения урожая в 1,52 раза, показал величину снижения установленной мощности электроэнергии с 30 до 10 кВт с одновременным уменьшением количества эксплуатируемого насосного оборудования в три раза.

Рекомендации по производству

1. При проектировании, строительстве и реконструкции орошаемых участков с гидравлической схемой внесения смеси удобрений с водой необходимо предусмотреть использование струйных смесителей, позволяющих смешивать и вносить все виды удобрений в необходимых пропорциях, проводить контроль и регулирование доз внесения без предварительной подготовки обслуживающего персонала, получать значительный экономический эффект в сфере строительства, эксплуатации, сокращения сроков введения объекта и существенного увеличения урожая выращиваемой культуры, независимо от площадей и способа выращивания в открытом и защищённом грунте.

2. При проектировании систем смешения следует иметь ввиду, что максимально возможный напор струйного смесителя, независимо от напора нагнетателя, составляет 20 м. В случае необходимости увеличения напора для оросительной сети при гидравлическом расчёте, напорную линию камеры смешения следует соединить последовательно с всасывающей линией дополнительного насосного оборудования.

3. Независимо от наличия машин для внесения поливной смеси предпочтение отдаётся животноводческим стокам и птичьему помёту как наиболее эффективным органическим удобрениям, по сравнению с питательными веществами, влияющим на гранулометрический состав почвы.

Перспективы дальнейшей разработки темы

Дальнейшую разработку темы необходимо обосновать исследованиями в области проектирования крупных орошаемых участков с наличием напорной разводящей сети и одновременным введением животноводческих стоков и минеральных удобрений для уменьшения дефицита питательных веществ во всасывающие трубопроводы насосных станций при выращивании кормовых культур на прикомплексных участках животноводческих хозяйств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адлер, Ю.П. Введение в планирование эксперимента/ Ю.П. Адлер.- М.: Металлургия, 1969. – 64 с.
2. Альтшуль, А.Д. Гидравлические потери на трение в трубопроводах/ А.Д. Альтшуль.- М.: Госэнергоиздат, 1963. – 92 с.
3. Агафонов, М.Н. Удобрения в интенсивном земледелии/ М.Н. Агафонов, Б.Ф. Азаров.- Воронеж, 1987. – 110 с.
4. Агроклиматический справочник по Ростовской области. Л.: Гидрометеоздат, 1961. – 208 с.
5. Айдаров, И.П. Некоторые вопросы обоснования мелиоративных режимов орошаемых земель при проектировании оросительных систем/ И.П. Айдаров, Э.К. Каримов// Водные ресурсы. 1974. № 2. – С. 105–113.
6. Алпатьев, С.М. Водопотребление культурных растений и климат. Режим орошения сельскохозяйственных культур / под ред. Б.Б. Шумакова. //М.: Колос, 1965.- 231 с.
7. Андреев, Н.Г. Использование жидкого навоза на орошаемом культурном пастбище в Мичуринском комплексе по откорму скота / Н.Г. Андреев, В.К. Лаврищенко, В.В. Белкин // Животноводство.- 1973.- № 4. – С. 14.
8. Асмус, Ф. Использование жидкого навоза в растениеводстве / Ф. Асмус, Ф. Феррман, Х. Ланге, Г. Шпехт // Берлин, 1976.
9. Безднина, С.Я. Концепция повышения экологической эффективности функционирования мелиоративных и водохозяйственных объектов/ С.Я. Безднина // Вопросы мелиорации. 2002. № 1. – С. 41–46.
10. Билибин, Е.Б. Зарубежная техника для механизации, транспортировки и распределения навоза по полям: труды ВНИИ электрификации сельского хозяйства/ Е.Б. Билибин, В.Е. Лепа. - Киев, 1971. – 35с.
11. Большаков, В.И. Удаление навоза из коровников и свинарников/ В.И. Большаков // Сельское хозяйство за рубежом.- 1981. № 2. – С. 13.
12. Бондаренко, А.М. Машинно-технологические основы процессов производства и использования высококачественных органических удобрений: моно-

графия. / А.М. Бондаренко. -Зерноград: ВНИПТИМЭСХ, 2001.- 290 с.

13. Бондаренко, А.М. Установка для разделения жидкого навоза на фракции / А.М. Бондаренко, Н.И. Ковалев// Информ. листок Ростовского ЦНТИ, № 477. 1996. – 3 с.

14. Бондаренко, А.М. Некоторые вопросы исследования процесса обезвоживания навозных стоков ленточным вакуум-фильтром: сб. науч. тр. / А.М. Бондаренко // ФГБНУ ВНИИМЖ.- Подольск, 1979. – С. 47–52.

15. Бондаренко, А.М. Механизация подготовки и внесения концентрированных органических удобрений / А.М. Бондаренко // Опыт, проблемы и перспективы внедрения в производство экологически чистых, энергосберегающих адаптивных технологий и систем машин возделывания, уборки и хранения зерновых и технических культур: тезисы доклада науч.-практ. конф. ВНИПТИМЭСХ.- Зерноград, 1997. – С. 5–7.

16. Бауба, В.К. Экспериментальное исследование оптимальных форм камеры смешения и диффузора при различных величинах противодействия: автореф. дис. канд. техн. Наук / В.К. Бауба. - Каунас, 1973. – 2 с.

17. Бородзич, В.А. Использование водоструйных насосов для разработки подводных грунтов / В.А. Бородзич// Речной транспорт. 1956. № 5. – С. 58.

18. Бородзич, В.А. Преимущества водоструйных насосов / В.А. Бородзич // Речной транспорт. 1961. № 7. – С.13.

19. Бородзич, В.А. Использование водоструйных насосов для разработки подводных грунтов / В.А. Бородзич // Речной транспорт. 1956. № 5. – С.16.

20. Бородзич, В.А. Использование водоструйных насосов для разработки подводных грунтов / В.А. Бородзич // Речной транспорт. 1956. № 5. – С. 53.

21. Варнава, А.П. Удобрение огурцов и томатов при капельном орошении в условиях защищенного грунта: автореф. дис. канд. с.-х. наук: 06.01.04. Краснодар, 1979. – 21 с.

22. Верховодов, П.А. Советы огородникам Дона. / П.А. Верховодов.- Ростов н/Д.: Эверест, 2005. – 268 с.

23. Великанов, М.А. Руслевой процесс (основы теории). / М.А. Великанов.- М.: Госфизматгиз, 1958. – 395 с.

24. Весманов, В.М. Новые машины для очистки внутрихозяйственных оросительных каналов / В.М. Весманов, В.И. Динерштейн // Гидротехника и мелиорация. № 8. 1972. – С. 18.

25. Внедрить технологию полива капельным способом: отчет о НИР (заключит.): для Депмелиоводхоза МСХ РФ по теме 1.4/20 за 2001 г. № г.р. 01.200.117513, Инв. № 02.200.108705. ГУ ЮжНИИГиМ. Новочеркасск, 2001. – 48 с.

26. Войтович, Н.В. Ассортимент минеральных удобрений и экономическая эффективность их применения. /Н.В. Войтович, С.С. Андреев, С.А. Шафран. - М.: Россельхозиздат, 2005. – 127 с.

27. Вознесенский, В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях/ В.А. Вознесенский. - М.: Финансы и статистика, 1981. – 263 с.

28. Временные технические указания по проектированию, строительству и эксплуатации систем капельного орошения садов и виноградников. Кишинев, 1981. – С. 48–62.

29. Гаврилицэ, А.О. Машина МДШ-30/275 для полива плодовых культур / А.О. Гаврилицэ, В.И. Грек, В.И. Воловой // Мелиорация и водное хозяйство.- № 4.- 1996. – С. 14–16.

30. Галушко, Э.Д. Рекомендации по механизации возделывания и уборки овощей в открытом грунте /Э.Д. Галушко, Л.С. Бакулев. - М.: Россельхозиздат, 1970. – 26 с.

31. Ганзен Э. Разбрасывание (внесение в почву) жидкого навоза /Э. Ганзен.- пер. с нем. Запорожье, - 1972.

32. Глемза, Ф. Экономическая эффективность внесения органических удобрений в виде обычного и разжиженного навоза. / Ф. Глемза. -М., 1974.

33. Голованов, А.И. Основы капельного орошения / А.И. Голованов, Е.В. Кузнецов. - Краснодар: Кубанский ГАУ, 1996. – 96с.

34. Головина, Л.И. Линейная алгебра и некоторые ее приложения: учеб. пособие для вузов. / Л.И. Головина. -М.: Наука, 1985. – 392 с.

35. Гропп, Х. Применение комбинированного орошения полей жидким навозом и чистой водой/ Х. Гропп. // Материалы VI Международ. совещания участников социалистических стран по сельскохозяйственному использованию сточных вод - М.,- 1972.

36. Дахер А.А. Режим водопотребления томатов и огурцов при капельном орошении в условиях защищенного грунта: автореф. дис. канд. с.-х. наук. / А.А. Дахер. - Волгоград, 1979. – 22 с.

37. Дегтярева, К.А. Орошение и применение минеральных удобрений под свеклу: методика исследования / К.А. Дегтярева //Машины и оборудование природообустройства и защиты окружающей среды: сб. науч. тр. ФГБОУ ВПО «Новочеркасская гос. мелиоратив. акад.». Новочеркасск, 2012. Т. 7. – С. 40–45.

38. Дегтярева, К.А. Расчетные параметры насадок локальной мелкоструйной низконапорной оросительной сети для условий закрытого грунта [Электронный ресурс] / К.А. Дегтярева, Е.Д. Павлюкова, Ю.С. Уржумова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета.2011. № 73(09). URL: <http://ej.kubagro.ru/2011/09/pdf/34.pdf> (дата обращения: 25.02.2022 г.).

39. Дегтярева, К.А. Низконапорные оросительные системы для полива овощных и плодовых культур [Электронный ресурс] / К.А. Дегтярева // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета.2013. № 86(02). URL: <http://ej.kubagro.ru/2013/02/pdf/52.pdf> (дата обращения: 25.02.2022 г.).

40. Дегтярева, К.А. Режимы орошения огурца при капельном орошении в условиях поймы Нижнего Дона [Электронный ресурс] / К.А. Дегтярева, С.А., Тарасьянц // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2013. № 1(09). URL: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=100&id=110> (дата обращения: 25.02.2022 г.).

41. Дегтярева, К.А. Реконструкция оросительной сети ОАО «Янтарное» Мартыновского Района Ростовской области / К.А. Дегтярева, Ю.С. Уржумова // Машины и оборудование природообустройства и защиты окружающей среды: сб. науч. тр. ФГОУ ВПО «Новочеркасская гос. мелиоратив. акад.». Новочеркасск, 2010. Т. 5. – С. 72–77.

42. Дегтярева, К.А. Капельная система орошения для плодовых и овощных культур компании НЕТАФИМ (Израиль) / К.А. Дегтярева, Ю.С. Уржумова // Машины и оборудование природообустройства и защиты окружающей среды: сб. науч. тр. ФГОУ ВПО «Новочеркасская гос. мелиоратив. акад.». Новочеркасск, 2010. Т. 5. – С. 78–81.

43. Дегтярева, К.А. Расчёт гидравлических параметров локальной мелко-струйной оросительной сети / К.А. Дегтярева, Е.А. Баранова // Машины и оборудование природообустройства и защиты окружающей среды: сб. науч. тр. ФГБОУ ВПО «Новочеркасская гос. мелиоратив. акад.». Новочеркасск, 2011. Т. 6. – С. 113–117.

44. Дегтярева, К.А. Экономическая и энергетическая оценка применения удобрений и подкормки при капельном поливе / К.А. Дегтярева // Машины и оборудование природообустройства и защиты окружающей среды: сб. науч. тр. ФГБОУ ВПО «Новочеркасская гос. мелиоратив. акад.». Новочеркасск, 2012. Т. 7. – С. 37–40.

45. Демушкин, Н.И. Использование жидкого навоза и навозной жижи для удобрения лугов и пастбищ /Н.И. Демушкин // Сельское хозяйство за рубежом. Разд. «Растениеводство», № 1. 1972.

46. Докучаев, Н.А. Удаление и использование навоза/ Н.А. Докучаев, Л.А. Стома, В.М. Гагин.- М.: Россельхозиздат, 1976. – 42 с.

47. Дорфман, А.Ш. Аэродинамика диффузоров и выхлопных патрубков турбомашин/ под общ. ред. акад. И.Т. Швеца; Акад. наук УССР. Ин-т теплоэнергетики.- Киев: Издательство Акад. наук УССР, 1960. – 38 с.

48. Дубенок, Н. Н. Особенности водного режима почвы при капельном орошении сельскохозяйственных культур/ Н.Н. Дубенок, В.В. Бородычев, М.Н. Лы-

тов, О.А. Белик //Достижения науки и техники АПК. № 4. 2009. – С. 22–24.

49. Инструкция по определению экономической эффективности использования в строительстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений: офиц. текст. Госстрой СССР. М.: Стройиздат, 1979. – 31 с.

50. Ибраев, Э.Т. Пути утилизации навозных стоков Джетычского комплекса для орошаемого кормопроизводства / Э.Т. Ибраев, Д.С. Шакалов // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана.- № 10.-1986. – С. 69–70.

51. Иванова, Н.А. Научные основы возделывания кормовых культур на орошаемых землях Северного Кавказа: автореф. дис. докт. с.-х. наук. / Н.А. Иванова Новочеркасск, 2000. – 49 с.

52. Идельчик, И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям/ И.Е. Идельчик.- М.: Госэнергоиздат, 1960. – 43 с.

53. Изюмов, В.В. Изучение основных параметров капельного орошения / В.В. Изюмов, Н.Ф. Сикан, В.В. Лелявский //Технологическое совершенствование оросительных систем: сб. науч. тр. / ВАСХНИЛ. М.: Колос, 1978. – С. 241–246.

54. Ильин, О.В. Справочник овощевода/ О.В. Ильин, Н.П. Калиненко. М.: Россельхозиздат, 1985. – 239 с.

55. Каменев, П.Н. Гидроэлеваторы и другие струйные аппараты/ П.Н. Каменев. М., 1950. С. 58.

56. Капустин, В.П. Гидроэлеваторы для систем уборки навоза/ В.П. Капустин, В.А. Саянин, А.В. Колесников // Техника в сельском хозяйстве, № 2. - 1979. – С. 15–17.

57. Литвинов, С.С. Сборник научных трудов по овощеводству и бахчеводству/ С.С. Литвинов. М.: Россельхозакадемия, 2011. – С. 3–21.

58. Литвинов, С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве/ С.С. Литвинов. М.: Россельхозакадемия, 2011. – С. 339–400.

59. Лобойко, В.Ф. Внутрипочвенное орошение кормовых культур / В.Ф. Лобойко, Е.А. Ходяков // Прогрессивные технологии орошения сельскохозяйственных культур: сб. ст. ВСХИ. Волгоград, 1989. – С. 26–29.

60. Мазанов, Р.Р. Расчёт струйных насосов, основанный на теории растека-

ния турбулентной затопленной струи/ Р.Р. Мазанов, В.А. Рудаков, С.А. Тарасьянц // Современные технологии и достижения науки в АПК. Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции. 22–23 ноября 2018. Махачкала: ФГБОУ ВО «Дагестанский ГАУ», 2018. – С. 222–231.

61. Майорова, К.А., Уржумова Ю.С. Система локального низконапорного орошения для выращивания овощей / К.А. Майорова, Ю.С. Уржумова // Технологии и средства механизации в АПК: сб. науч. тр. сотрудников факультета механизации НГМА. ФГОУ ВПО «Новочеркасская гос. мелиорат. академ.». Новочеркасск, 2009. – С. 46–50.

62. Майорова, К.А. Система локального орошения томатов в Ростовской области / К.А. Майорова, Ю.С. Уржумова // Технологии и средства механизации в АПК: сб. науч. тр. сотрудников факультета механизации НГМА. ФГОУ ВПО «Новочеркасская гос. мелиоратив. акад.». Новочеркасск, 2009. – С. 185–186.

63. Макаренко, Г.А. Интенсивное производство плодов и овощей/ Г.А. Макаренко, Т.И. Шестнина. - М.: АГРОПРОМИЗДАТ, 1985. – С. 42–75.

64. Маланчук З.Р. Гидравлические расчеты трубопроводов систем капельного орошения: автореф. дис. канд. техн. Наук/ З.Р. Маланчук. - Минск, 1980. – 25 с.

65. Марченко Н.М. О выборе предела разбавления жидкого навоза/ Н.М. Марченко, Г.И. Личман //Науч.-техн. бюллетень ВИМ. Вып. 18. М., 1972. – 27 с.

66. Марченко, Н.М Эксплуатация систем транспортирования и внесения навоза / Н.М. Марченко, Г.И. Личман, И.И. Кузьминенко //Техника в сельском хозяйстве. № 4. 1979. – С.28–29.

67. Марченко, Н.М. Движение жидкого навоза по трубам / Н.М. Марченко, Г.И. Личман //Механизация и электрификация сельского хозяйства. № 3. 1972. – С. 23–25

68. Межевикин, В.А. Капельное орошение овощей в теплицах/ В.А Межевикин, О.Е. Ясониди, В.С. Борщова //Сельские зори. № 2. 1987. – С. 53–56.

69. Мускевич, Г.Е. Экспериментальное определение оптимальных геометрических размеров и параметров эжектирования кольцевого гидроземлесоса / Г.Е. Мускевич, А.М. Питерский, С.А. Тарасьянц // Труды НИМИ. Т. 17. Вып. 9.

Новочеркасск, 1976. –42 с.

70. Налимов, В.П. Статистические формы и матрицы / В.П. Налимов, Н.А. Чернова. - М.: Наука, 1972. – 54 с.

71. Никулин, С.Н. Внесение жидких органических удобрений с помощью дождевальной установки / С.Н. Никулин, А.М. Бузыкин, В.С. Комаров // Гидротехника и мелиорация. № 2. 1971. – С. 70.

72. Никулин, С.Н. Зарубежный опыт приготовления жидкого навоза и внесение его с помощью дождевальных систем / С.Н. Никулин //Труды ВНИИМиТП, 1969. Вып. I. – С. 70.

73. Налимов, В.В. Статистические формы и матрицы / В.П. Налимов, Н.А. Чернова. М.: Наука, 1972. – 54 с.

74. Подвидз Л.Г., Кирилловский Ю.Л. Расчёт струйных насосов и установок // Труды ВНИИГидромаша. Вып. 27. М., 1960. – С. 200.

75. Применение локального (капельного) орошения в плёночных укрытиях [Электронный ресурс] / URL: <http://www.olegmoskalev.ru/agro/teplica/16.html> (дата обращения: 25.02.2022 г.).

76. Пат. № 188521 Российская Федерация, МПК F 04 F 5/10. Струйный трёхкомпонентный насос-смеситель с промывкой всасывающих трубопроводов животноводческих стоков / В.А. Рудаков, К.А. Дегтярева, Ю.С. Уржумова, С.А. Тарасьянц; заявитель и патентообладатель: НИМИ Донской ГАУ. № 2018136477; заявл. 15.10.18; опубл. 16.04.19, Бюл. №11.

77. Пат. № 193355 Российская Федерация. Струйный четырёхкомпонентный насос-смеситель / В.А. Рудаков, К.А. Дегтярева, Ю.С. Уржумова, С.А. Тарасьянц; заявитель и патентообладатель: НИМИ Донской ГАУ. № 2019111839; заявл. 18.04.19.

78. Рудаков, В.А. Расчёт критических скоростей подсасываемого потока струйных насосах / В.А. Рудаков, Р.Р. Мазанов, С.А. Тарасьянц // Современные технологии и достижения науки в АПК / Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции. 22–23 ноября 2018 г., г. Махачкала, ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, 2018. – С. 235–238.

79. Рудаков, В.А. Расчёт максимальных скоростей подсасываемого потока в струйных насосах на участке взаимодействия / В.А. Рудаков, Р.Р. Мазанов, С.А. Тарасьянц // Современные технологии и достижения науки в АПК / Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции. 22–23 ноября 2018 г., г. Махачкала, ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, 2018. – С. 238–243.

80. Рудаков В.А. Приёмы водосбережения при орошении сельскохозяйственных культур (обзор) / В.А. Рудаков // Мелиорация и водное хозяйство: материалы Всерос. науч.-практ. конф. (Шумаковские чтения) с междунар. участием, 06–23 ноября 2018 г. Инновационные технологии мелиорации, водного и лесного хозяйства Юга России / НИМИ Донской ГАУ. Ч. 1. Вып. 16. Новочеркасск: Лик, 2018. – С.110–114.

81. Руководство по использованию осветлённых животноводческих стоков на орошении для условий Белгородской области. М.: ВНИИССВ, 1976. – 31с.

82. Руководство по использованию сточных вод для орошения сенокосов и пастбищ в нечерноземной зоне. М.: ВНИИССВ, 1976. – 32 с.

83. Руководство по проектированию, строительству и эксплуатации систем капельного орошения (ВТР-11-28-81). М.: Минводхоз СССР, 1981. – 179с.

84. Ржаницын, Н.А. Водоструйные насосы / Н.А. Ржаницын. – М.: Энергоиздат, 1980. – 176с.

85. Сазанова, Н.М. Бахчеводство Дона. / Н.М. Сазанова. - Ростов н/Д.: кн. изд-во, 1989. – 128 с.

86. Семенов, П.Я. Бесподстилочный навоз и его использование для удобрений/ П.Я. Семенов. - М.: Колос, 1978. – С. 124–132.

87. Семенов П.Я. Хранение жидкого навоза в ГДР/ П.Я. Семенов // Агрохимия. № 10. 1972. – С. 18.

88. Смесители животноводческих стоков и минеральных удобрений в системах орошения / В.А. Рудаков [и др.] // Проблемы развития АПК региона: науч.-практ. журн. Дагестанского ГАУ. Вып. № 2(38). 2019. – С. 117–124.

89. Смирнов, А.А. Техника дождевания стоками животноводческих ферм /А.А. Смирнов, А.Н. Буцыкин, С.С. Никулин // Гидротехника и мелиорация. М.,

1975. № 8. С. 29.

90. Справочник овощевода. М.: Россельхозиздат, 1985. – 240 с.

91. Тарасьянц, С.А. Струйный насос-смеситель для подачи удобрений в оросительную сеть / С.А. Тарасьянц, В.А. Рудаков, Б.Б. Панов, Ю.С. Уржумова // Мелиорация и водное хозяйство: материалы Всерос. науч.-практ. конф. (Шумаковские чтения), 24 октября 2019 г. Инновационные технологии мелиорации, водного и лесного хозяйства Юга России. / НИМИ Донской ГАУ. Новочеркасск: Лик, 2019.

92. Тарасьянц, С.А. Гидравлический процесс смешения подсосываемого и рабочего потоков в камере смешения струйных насосов-смесителей / С.А. Тарасьянц, В.А. Рудаков, О.А. Волохова, А.Н. Паненко // Актуальные вопросы природообустройства и мелиорации Юга России: сб. науч. тр. по материалам Всерос. науч.-практ. конф., г. Новочеркасск, 3–7 апр. 2017 г. НИМИ Донской ГАУ. Новочеркасск: Лик, 2017. – С. 44–49.

93. Тарасьянц С.А. Экологически обоснованная технология и технические средства подготовки животноводческих стоков при орошении кормовых культур : автореферат дис. ... доктора технических наук : / С.А. Тарасьянц. -М.: – 1995.

94. Тарасьянц С.А. Использование водоструйных насосов для смешения навоза с водой/ С.А. Тарасьянц. -Новочеркасск.-1982.- 17 с.

95. Тарасьянц С.А. Проектирование насосных станций систем орошения животноводческими стоками / С.А. Тарасьянц.-М.: УМО ГУ ВУЗ, 1994. – С. 3–74.

96. Технология орошения животноводческими стоками. М.: Агропромиздат, 1987.

97. Удобрения в интенсивном земледелии. Воронеж: Центрально-черноземное книжное изд-во, 1987. – С. 58–61.

98. Удобрительные поливы культурооборота томата и огурца птичьим помётом с использованием струйных смесителей / В.А. Рудаков [и др.] // Проблемы развития АПК региона: науч.-практ. журн. Дагестанского ГАУ. Вып. № 2(38). 2019.– С. 151–155.

99. Указания по рациональному использованию орошаемых черноземов

Северного Кавказа и Центрально-черноземных областей / Южное научно-производственное предприятие по гидротехнике и мелиорации. Новочеркасск, 1992. – 104 с.

100. Уржумова Ю.С. Технологические и конструктивные элементы локального низконапорного орошения садов для условий южных черноземов Ростовской области: автореф. дис. канд. техн. наук./ Ю.С. Уржумова. - Новочеркасск, 2004. – 24 с.

101. Устройство систем капельного полива и орошения. Каменный век [Электронный ресурс] / URL:http://www.kamvek.ru/info/other/systema_orozeniya.php (дата обращения: 25.02.2022 г.).

102. Фомин, Б. Глобальное изменение климата и экономика: современное состояние проблемы / Б. Фомин, Е. Житницкий // Мировая экономика и международные отношения. № 6. 2008. – С. 77–92.

103. Фридман, В.Э. Гидроэлеваторы / В.Э. Фридман. - М.: Машгиз, 1990. – 142с.

104. Штыков, В.И. Использование стоков животноводческих комплексов на специализированных системах/ В.И. Штыков, Я.З. Шевелев, О.Ю. Кошевой. - М.: Россельхозиздат, 1987. – 50 с.

105. Шумаков, Б.Б. Гидромелиоративные системы нового поколения / Б.Б. Шумаков, С.Я. Безднина, Л.В. Кирейчева // ВНИИГиМ. М., 1997. – С. 1–10.

106. Шумаков Б.Б. Новые подходы к определению водопотребления и режиму орошения сельскохозяйственных культур / Б.Б. Шумаков // Мелиорация и водное хозяйство. № 2. 1994. – С.27–31.

107. Шумаков, Б. Б. Оптимальное управление – непереносимое условие эффективности и экологической безопасности в орошаемой земледелии/ Б.Б. Шумаков, В.П. Остапчик // Вестник с.-х. наук. № 8. 1990. – С. 92–94.

108. Экономическое обоснование использования смесителей животноводческих стоков, минеральных удобрений и воды в системах орошения сельскохозяйственных культур / Р.Р. Мазанов [и др.] // Проблемы развития АПК региона: науч.-практ. журнал Дагестанского ГАУ, Вып. № 2(38). 2019. – С. 145–

151.

109. Экономическая эффективность теплиц. Агро журнал [Электронный ресурс] / URL: **Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки.** (дата обращения: 25.02.2022 г.).

110. Экспериментальные исследования по влиянию режима капельного орошения на качество и количество сладкого стручкового перца, выращиваемого в неотапливаемых плёночных парниках в условиях Болгарии // Инженерно-техн. обеспечение АПК. № 1. 2009. – С. 238–239.

111. Экспериментальное определение оптимальных геометрических размеров и параметров эжектирования кольцевого землесоса / Е. А. Чайка [и др.] // Технологии и средства механизации в АПК: сб. науч. тр. сотрудников фак. механизации НГМА/ ФГОУ ВПО «Новочеркасская гос. мелиоратив. акад.». Новочеркасск, 2009. – С. 175–183.

112. Ясониди, О.Е. Агротехническая и экологическая оценка способов орошения / О.Е. Ясониди // Мелиорация антропогенных ландшафтов. Труды НГМА. Т.3. Новочеркасск, 1997. – С. 3–11.

113. Ясониди, О.Е. Влияние орошения и удобрений на корневую систему яровой твердой пшеницы / О.Е. Ясониди // Освоение орошаемых земель: сб. науч. тр. НИМИ. / Т. 15. Вып. 2. Новочеркасск, 1977. – С. 43–53.

114. Ясониди, О.Е. Водоснабжение при орошении: монография. / О.Е. Ясониди. - Новочеркасск, 2004. – 473 с.

115. Ясониди, О.Е. Возделывание малины при орошении в Ростовской области / О.Е. Ясониди, В.И. Торбовский// Рекомендации НИМИ. Новочеркасск, 1990. – 27 с.

116. Ясониди, О.Е. К методике гидравлического расчёта водовыпускных отверстий внутрипочвенных увлажнителей / О.Е. Ясониди// Актуальные проблемы эколого-ландшафтного подхода к мелиорации земель: материалы науч. секции «Эксплуатация гидромелиоративных систем», отд. земледелия, мелиорации и лесного хозяйства Россельхозакадемии. Новочеркасск, 18–19 октября 2001 г. Новочеркасск, 2002. – С. 146–149.

117. Ясонида, О.Е. Капельное орошение томатов в теплицах / О.Е. Ясонида// Мелиорация и водное хозяйство / ЦБНТИ. М., 1984. Сер. 1. Вып. 12. С. 4–10.
118. Aldrich, T. Drip Irrigation maximizing your waterdollars/ T. Aldrich, H. Shulbach // Fruit Grower, 1980. – P. 34–35.
119. Chase, R.G. Subsurface trickle irrigation in a continuous cropping system // Drip / R.G. Chase // Trickle Irrigation in Action. St. Joseph, Mich. 1985. Vol. 2. – P. 909–914.
120. Chen, Y.R. Impeller mixing of livestock manure slurries IBY. / Y.R. Chen, A.G. Hruska// St. Joseph. Mich. 1979. – 33p.
121. Cho, T. Soil moisture management and valuation of water – saving irrigation on farms / T. Cho, M. Kuroda // Irrigation Engineering and Rural Planning. 1987. N 12. P. 25–40.
122. De Malack, J. Drip irrigation for crop production with brackish water in deserts / J. De Malack // Environm. Sc. Applic. Ser., Vol. 2. 1982.– P. 413–423.
123. Evans, R. Irrigation of orchards in the northwest / R. Evans // Irrigat. Assoc. Techn. Conf. Proa, 1982. P. 299–308.
124. Goyal, M.R Sweet pepper response to drip microsprinkler, and furrow irrigation. / M.R. Goyal, E.A. Gonzalez, L.E. Rivera, C. Chao. -St. Joseph (Mich). 1987. P. 13.
125. Hawkins J.C. The handling of animal wastes / J.C. Hawkins //Veterinary Record, 1973. Vol. 102. 165 p.
126. Higgins A. Systems and equipment for land application of sludge / A. Higgins //St. Joseph. Mich. 1978. 18 p.
127. Jahnke R. Gulleverregnung in der LPC «8 Mai» / R. Jahnke // Grobzig, Reldwirtschaft 110, 1969. P. 307–308.
128. Keisling, T.C. Changes in the interpretation of irrigation fertilizer experiments caused by blank alleages / T.C. Keisling, M.E. Walker, B Mullinix // Communic. in Soil. Sc. Plant Analysis. 1984. Vol. 15. N 8. P. 903–907.
129. Loudon, T.L. Management of dairy manure handling systems / T.L. Loudon, R.L. Maddex// ST. Joseph, Mich, 1978. 12 p.

130. Markel, J.A. Managing Stock wastes / J.A. Markel // Westport.Conn. AVI publ. 1991, IX.419 p.

131. Menzel, S. Practical aspects of drip irrigation under desert conditions / S. Menzel // Environm. Sc. Applic. Ser., 1982. Vol. 2. P. 424–430.

132. NETAFIM. Irrigation equipment & Drip systems. Israel, 2002. 132 p.

133. Tarasyants, S.A. The calculation basis for a four-component jet mixer for fertilizer and water / S.A. Tarasyants, S.A., V.A. Rudakov, Yu. S. Urzhumova, K. A. Degtiareva // E3S Web of Conferences 262, 01035 (2021). DOI:10.1051/e3sconf/202126201035.

134. Tarasyants, S. Monitoring of Fertilization and Increase of Fertility of Agricultural Soil / S. Tarasyants, A. Tkachov, V. Rudakov, Yu. Urzhumova, D. Efimov // Soil and Sediment Contamination: An International Journal. DOI: 10.1080/15320383.2021.1900067.

135. Tarasyants, S. Local experimental studies of the fertilizer uptake process into suction pipelines of pumping stations with a jet apparatus / S. Tarasyants, V. Panov, Yu. Urzhumova, V. Rudakov // Строительство и архитектура: теория и практика инновационного развития (САТРИД-2021), DOI:10.1051.e3sconf/202128109022

СПИСОК ИЛЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРИАЛА

Рисунок 1.1 – Схема смешения в смесительной ёмкости, с. 10.

Рисунок 1.2 – Инъектор ввода удобрений в трубопровод орошаемого участка, с. 10.

Рисунок 1.3 – Схема смешения удобрений, с. 11.

Рисунок 1.4 – Схема подачи удобрений в сеть, с. 11.

Рисунок 1.5 – Схема смешения удобрений и воды с помощью струйного смесителя, с. 12.

Рисунок 1.6 – Схема подготовки смеси животноводческих стоков и воды, с. 13.

Рисунок 1.7 – Ввод животноводческих стоков в насосной станции ООО «Калалинское» Ставропольского края (общий внутренний вид насосной станции), с. 14.

Рисунок 1.8 – Схема инъекторного ввода удобрений в распределительный трубопровод оросительной сети, с. 15.

Рисунок 1.9 – Схема смесителя с центральным подводом, с. 17.

Рисунок 1.10 – Схема взаимодействия и смешения потоков в проточной части струйного смесителя, с. 21.

Рисунок 1.11 – Мобильный разбрасыватель органических удобрений, с. 24

Рисунок 1.12 – Схема внесения жидкого навоза, с. 25

Рисунок 1.13 – Схема внесения животноводческих стоков с устройством для разделения на фракции, с. 25

Рисунок 1.14 – Схема подготовки комплекса удобрений перед внесением, с. 26

Рисунок 1.15 – Насос В.А. Бороздича, с.28

Рисунок 1.16 – Струйный насос кольцевого типа конструкции В.А. Бороздича, с. 28

Рисунок 1.17 – Струйный аппарат конструкции Г.Е. Мускевича, с. 29

Рисунок 1.18 – Двухповерхностный смеситель, с. 29

Рисунок 1.19 – Смеситель с размельчителем, с. 30

Рисунок 1.20 – Смеситель с устройством для размельчения, с. 30

Рисунок 1.21 – Шнековый смеситель с размельчителем, с. 31

Рисунок 1.22 – Смеситель навоза с водой с размельчителем в виде шнека, с. 31

Рисунок 2.1 – Технологическая схема внесения удобрений на участки орошения с незащищённым грунтом при выращивании перца сладкого, с. 36.

Рисунок 2.2 – Установка оборудования на незащищённом участке при выращивании перца сладкого. Общий вид, с. 37.

Рисунок 2.3 – Технологическая схема внесения удобрений на орошаемом участке с защищённым грунтом, с. 39.

Рисунок 2.4 – Установка оборудования на защищённом орошаемом участке при выращивании томата, с. 40.

Рисунок 2.5 – Возможные технологические варианты системы орошения при внесении всех видов удобрений с использованием насосной станции для неограниченных открытых площадей и скважины, с. 49.

Рисунок 3.1 – Конструктивная схема четырёхкомпонентного смесителя удобрений [77], с. 52.

Рисунок 3.2 – Схема сечения обреза сопла, с. 54.

Рисунок 3.3 – Схема насадок кольцевого сопла, с. 55.

Рисунок 3.4 – Привязка камеры смешения к ее соплам, с. 56.

Рисунок 3.5 – Схема эпюры скорости в смесительной камере, с. 56.

Рисунок 3.6 – Схема потока в смесителе, с. 58.

Рисунок 3.7 – Выпуклая эпюра скорости в смесительной камере аппарата с центральным подводом, с. 60.

Рисунок 3.8 – Схема установки оборудования для подачи удобрений при удобрительных поливах, с. 62.

Рисунок 3.9 – Напорно-расходная характеристика $\bar{H}_c = f(\alpha_0)$ струйного смесителя, с. 64.

Рисунок 3.10 – Расчётная схема струйного четырёхкомпонентного смесителя с фактическими расчетными параметрами, с. 68.

Рисунок 3.11 – Струйный аппарат -смеситель для смешения воды и удобрений, с. 71.

Рисунок 3.12 – Схема последовательного соединения струйного смесителя и центробежного насоса, с. 72

Рисунок 4.1 – Ввод удобрений в сеть с помощью четырёхкомпонентного струйного смесителя, с. 74.

Рисунок 4.2 – Схема установки оборудования и приборов при проведении исследований, с. 74.

Рисунок 4.3 – Измерение расхода в водовыпусках с помощью тарированной ёмкости, с. 75.

Рисунок 4.4 – Степень влияния факторов: напора смесителя H , вакуума в трубопроводе центробежного насоса B_2 и вакуума в корпусе смесителя B_1 на критерий Π – величину потенциальной энергии во всасывающем трубопроводе смесителя, с. 78.

Рисунок 4.5 – Величины потенциальной энергии Π во всасывающем трубопроводе смесителя, с. 79.

Рисунок 4.6 – Величины потенциальной энергии Π во всасывающем трубопроводе смесителя по второй группе опытов при стабильном значении вакуума в корпусе смесителя $B_1=5$ м, с. 82.

Рисунок 5.1 – Схема смешения удобрений с водой и подачи смеси на поля орошения при удобрительных поливах с помощью водоёма смесителя, с. 83.

Рисунок 5.2 – Схема локальной сети с подачей удобрений (патент № 2448450), с. 85.

Рисунок 5.3 – Выращенный урожай перца сладкого в открытом грунте (общий вид поля), с. 90.

Рисунок 5.4 – Выращенный урожай томата в защищённом грунте (общий вид неотапливаемой теплицы), с. 90.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Патент на полезную модель № 188521



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(19) RU (11)

188 521⁽¹³⁾ U1

(51) МПК
F04F 5/10 (2006.01)
A01C 23/04 (2006.01)

(52) СПК
F04F 5/10 (2006.02); A01C 23/04 (2006.02)

(21) (22) Заявка: 2018136477, 15.10.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
15.10.2018

Дата регистрации:
16.04.2019

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 15.10.2018

(45) Опубликовано: 16.04.2019 Бюл. № 11

Адрес для переписки:
346428, Ростовская обл., г. Новочеркасск, ул.
Пушкинская, 111, ФГБОУ ВО НИИМ Донской
ГАУ

(72) Автор(ы):
Рудков Владимир Александрович (RU),
Дегтярева Карина Александровна (RU),
Уржумова Юлия Сергеевна (RU),
Тарасович Сергей Андреевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ "ДОНСКОЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ" (ФГБОУ ВО ДОНСКОЙ
ГАУ) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 182328 U1, 14.08.2018, SU
1418500 A1, 23.08.1988, SU 1590688 A1,
07.09.1990, RU 2018721 C1, 30.08.1994, RU
153384 U1, 20.07.2015, RU 175851 U1,
21.12.2017, US 3474549 A1, 28.10.1969.

(54) СТРУЙНЫЙ ТРЕХКОМПОНЕНТНЫЙ НАСОС-СМЕСИТЕЛЬ С ПРОМЫВКОЙ
ВСАСЫВАЮЩИХ ТРУБОПРОВОДОВ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ СТОКОВ

(57) Реферат:

Струйный трехкомпонентный насос-смеситель с промывкой всасывающего трубопровода навозных стоков может быть использован в сельском хозяйстве для удобрительных поливов сельскохозяйственных культур в вегетационный период.

Техническим результатом, достигаемым настоящей полезной моделью, является увеличение эксплуатационной надежности при использовании навозных стоков для удобрительных поливов, способствующих заделке всасывающих трубопроводов.

RU 188521 U1

RU 188521 U1

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Патент на полезную модель № 193355

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ
НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ
№ 193355

СТРУЙНЫЙ ЧЕТЫРЁХКОМПОНЕНТНЫЙ НАСОС-СМЕСИТЕЛЬ

Патентообладатель: **ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ" (ФГБОУ ВО ДОНСКОЙ ГАУ) (RU)**

Авторы: **Рудаков Владимир Александрович (RU), Дегтярева Карина Александровна (RU), Уржумова Юлия Сергеевна (RU), Тарасьянц Сергей Андреевич (RU)**

Заявка № 2019111839
Приоритет полезной модели 18 апреля 2019 г.
Дата государственной регистрации в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 25 октября 2019 г.
Срок действия исключительного права на полезную модель истекает 18 апреля 2029 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности



Г.П. Нешев Г.П. Нешев

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(19) **RU** (11)**193 355**⁽¹³⁾ **U1**

(51) МПК
A01C 23/04 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
A01C 23/04 (2019.05)

(21)(22) Заявка: 2019111839, 18.04.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
18.04.2019

Дата регистрации:
25.10.2019

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 18.04.2019

(45) Опубликовано: 25.10.2019 Бюл. № 30

Адрес для переписки:
346428, Ростовская обл., г. Новочеркасск, ул.
Пушкинская, 111, ФГБОУ ВО НИМИ Донской
ГАУ

(72) Автор(ы):
Рудаков Владимир Александрович (RU),
Дегтярева Карина Александровна (RU),
Уржумова Юлия Сергеевна (RU),
Тарасьянц Сергей Андреевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ *ДОНСКОЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ* (ФГБОУ ВО ДОНСКОЙ
ГАУ) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 153384 U1, 20.07.2015. RU 182328
U1, 14.08.2018. RU 188521 U1, 16.04.2019. SU
1113022 A, 15.09.1984.

(54) СТРУЙНЫЙ ЧЕТЫРЬХКОМПОНЕНТНЫЙ НАСОС-СМЕСИТЕЛЬ

(57) Реферат:

Струйный четырёхкомпонентный насос-смеситель может быть использован в сельском хозяйстве при смешивании воды, животноводческих стоков, минеральных удобрений и микроэлементов для удобрительных поливов сельскохозяйственных культур в вегетационный период.

Техническим результатом, достигаемым настоящей полезной моделью является повышение качества удобрительного полива эффективности работы двухповерхностного струйного насоса, используемого в качестве

смесителя при одновременном смешивании всех видов удобрений и воды. Струйный четырёхкомпонентный насос-смеситель содержит кольцевую щель, образованную внутренним и наружным соплами, закреплёнными в полом стакане между трубопроводом и заглушкой с образованием наружного кольцевого и центрального отверстий для независимой транспортировки в смеситель животноводческих стоков, минеральных удобрений и микроэлементов.

RU 193355 U1

RU 193355 U1

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Грамота за серебряную медаль в конкурсе «Золотая осень 2019»

**ПОЧЕТНАЯ
ГРАМОТА**

награждается

аспирант

Рудаков Владимир Александрович

За второе место в конкурсе
«За производство высокоэффективной
сельскохозяйственной техники и внедрение
прогрессивных ресурсосберегающих технологий»

21-й Российской агропромышленной выставки
«Золотая осень 2019»

Научная работа

*«Струйный четырёхкомпонентный смеситель
удобрений для удобрительных поливов»*

И.о. директора НИМИ Донской ГАУ
профессор



С.С. Таран

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Грамота за участие в специализированной выставке «Агротехнология»



ПРИЛОЖЕНИЕ Д

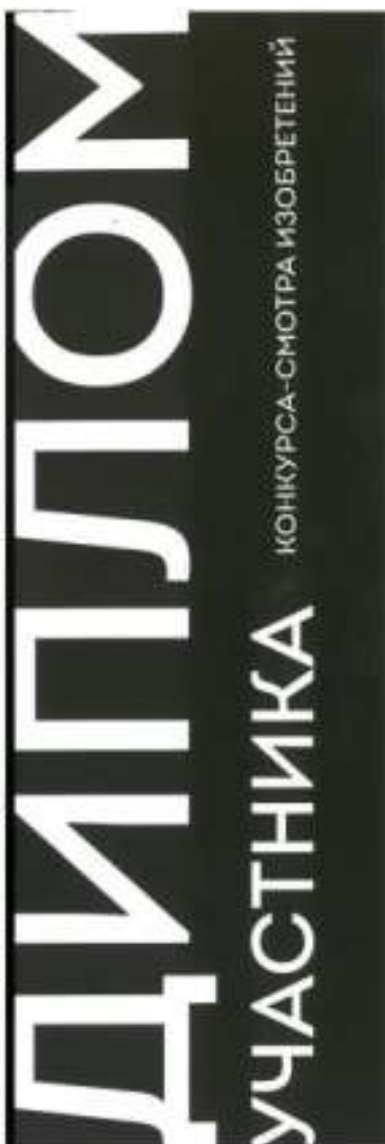
Бронзовая медаль и благодарность за разработку инновационного научно-технологического проекта в конкурсе «Золотая осень 2021





ПРИЛОЖЕНИЕ И

Диплом участника конкурса смотра изобретений 2021



ДОНСКАЯ
СБОРКА

ВРУЧАЕТСЯ

Рудакову Владимиру Александровичу

ПРЕДСТАВИВШЕМУ ПРОЕКТ

Гидравлический комплекс по подготовке
и внесению всех видов удобрений при
удобрительных поливах
сельскохозяйственных культур

РУКОВОДИТЕЛЬ
ПРОМЫШЛЕННОГО
КОВОРКИНГА «GARAJ»



К.А. ТИМОФЕЕВ



**ДОНСКАЯ
СБОРКА
2021**

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Грамота за серебряную медаль в конкурсе XXIV Всероссийской агропромышленной выставки «Золотая осень 2022»



ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Акт внедрения НИР. Заказчик ООО «Рассвет»

<p>УТВЕРЖДАЮ: Директор НИМИ им. А.К. Кортунова – филиал ФГБОУ ВО «Донской ГАУ»  В.В. Танюкевич « 3 » 09 2021 г.</p>	<p>УТВЕРЖДАЮ: Директор ООО «Рассвет»  С.А. Авакян « 3 » 09 2021 г.</p>
--	--

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ

ЗАКАЗЧИК: ООО «Рассвет»

Настоящим актом подтверждается, что результаты разработанных мероприятий по использованию установки для ввода удобрений во всасывающие трубопроводы насосных станций при удобрительных поливах сельскохозяйственных культур, выполненной НИМИ им. А.К. Кортунова - филиал ФГБОУ ВО «Донской ГАУ», приняты для расчёта, проектирования и использования системы подачи удобрений при выращивании сельскохозяйственных культур.

Результаты данной работы приняты для реконструкции и дальнейшей эксплуатации насосной станции.

1. Вид внедренных результатов - **рекомендации для проектирования**
2. Характеристика масштабов внедрения - **единичное.**
3. Новизна результатов научно-исследовательской работы - **разработаны чертежи и методика расчёта дополнительного оборудования.**

РАЗРАБОТЧИКИ: от НИМИ им. А.К. Кортунова - филиал ФГБОУ ВО «Донской ГАУ» руководитель НИР д-р техн. наук, проф. С.А. Тарасьянц, исполнители: канд. техн. наук, доц. Ю.С. Уржумова, гл инж. В.Н. Ширяев, асп. В.А. Рудаков, асп. В.Б. Панов.

**НИМИ им. А.К. Кортунова - филиал
ФГБОУ ВО «Донской ГАУ»**

ООО «Рассвет»

Руководитель НИР

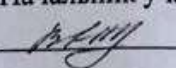
 _____ С.А. Тарасьянц
 Ответственные исполнители

 _____ Ю.С. Уржумова

 _____ В.Н. Ширяев

 _____ В.А. Рудаков

 _____ В.Б. Панов

Ответственный за внедрение
 Начальник участка орошения

 _____ В.А. Хан

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Акт внедрения НИР. Заказчик – Бирючукская овощная селекционная опытная станция

УТВЕРЖДАЮ:
Врио. директора
НИМИ им. А.К. Кортунова
ФГБОУ ВО Донской ГАУ
« 25 » 08 2021 г. Танюкевич В.В.

УТВЕРЖДАЮ:
Директор филиала
ФГБНУ «Федеральный научный центр
овощеводства»
« 25 » 08 2021 г. Рубцов А.А.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

1. Наименование организации и объекта, где внедрено мероприятие:

Бирючукская овощная селекционная опытная станция – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр овощеводства».

2. Сроки внедрения 2021 г.

3. Наименование научной организации, проводившей научную разработку и опытное освоение внедряемого мероприятия:

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А.К. Кортунова - филиал ФГБОУ ВО Донской ГАУ

4. Краткая характеристика и новизна внедряемого мероприятия:

Разработан и изготовлен экспериментальный образец установки струйной системы смешения удобрений с водой с использованием четырёхкомпонентного смесителя и ввода смеси во всасывающий трубопровод насосной станции. С помощью данной установки имеется возможность одновременного, и в случае необходимости раздельного смешения животноводческих стоков, минеральных удобрений, микроэлементов и воды, при удобрительных поливах сельскохозяйственных культур.

5. Основные показатели внедряемого мероприятия:

В результате проведённой работы по внедрению установки для ввода удобрений во всасывающие трубопроводы насосных станций при удобрительных поливах овощных культур наблюдалось повышение урожайности, в следствие чего чистый доход по томатам составил 94,5 тыс. руб/га, по огурцам – 54,7 тыс. руб/га, в целом по культурообороту - 148,8 тыс. руб/га. Неисправности в работе установки для ввода удобрений, наблюдаемые в процессе эксплуатации ликвидировались на месте, без использования специализированных ремонтных мастерских.

РАЗРАБОТЧИКИ: от НИМИ им. А.К. Кортунова ФГБОУ ВО Донской ГАУ
руководитель НИР д-р техн. наук, проф. С.А. Тарасьянц, исполнители: канд. техн. наук
Уржумова Ю.С., гл. инженер Ширяев В.Н., канд. техн. наук Тарасьянц А.С., аспиранты:
Рудаков В.А., Панов В.Б.

НИМИ им. А.К. Кортунова
ФГБОУ ВО Донской ГАУ
Руководитель НИР
_____ Тарасьянц С.А.

Ответственный исполнитель

_____ Рудаков В.А.

ФГБНУ «Федеральный научный центр
овощеводства»

Ответственный за внедрение
Главный агроном

_____ Соснов В.С.

ПРИЛОЖЕНИЕ К Договор о сотрудничестве

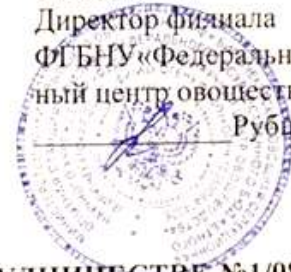
Утверждаю:
и.о. директора
НИМИ ДГАУ



Таран С.С.

Утверждаю:

Директор филиала
ФГБНУ «Федеральный науч-
ный центр овощеводства»
Рубцов А.А.



ДОГОВОР О ТВОРЧЕСКОМ СОТРУДНИЧЕСТВЕ №1/08

г. Новочеркасск

«10» августа 2019 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО Донской ГАУ), именуемое в дальнейшем «*Университет*», в лице исполняющего обязанности директора Новочеркасского инженерно-мелиоративного института имени А.К. Кортунова – филиала федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственный аграрный университет» (Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А.К. Кортунова ФГБОУ ВО Донской ГАУ), Тарана Сергея Сергеевича, действующего на основании доверенности от 30.04.2019 г., с одной стороны, и Бирючукская овощная селекционная опытная станция – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр овощеводства» в лице Рубцова Александра Александровича, действующего на основании Доверенности 50 АБ 2495646 от 18.04.2019 г, именуемое в дальнейшем «*Организация*», с другой стороны, а при совместном упоминании «Стороны» заключили настоящее соглашение о творческом сотрудничестве на следующих условиях:

1. Предмет договора

1.1 Предметом настоящего договора является развитие перспективных направлений сотрудничества между Университетом и Организацией в области образования, науки, разработки и реализации профессиональных образовательных программ, направленных на удовлетворение потребностей Организации в подготовке кадров и в повышении квалификации сотрудников; при внедрении в Организации новых технологий, научных разработок, проектов; по вопросам организации практик и стажировок обучающихся Университета в Организации.

1.2 Основными целями сотрудничества между Университетом и Организацией является установление долгосрочных связей по вопросам:

- подготовки специалистов, отвечающих требованиям и специфике современных предприятий и организаций;
- внедрения инновационных достижений науки и техники в производственный процесс;
- совместного развития новых комплексных направлений научных исследований, в система орошения сельскохозяйственных культур;
- проведение исследований и разработка многофункционального мелиоративного комплекса совмещающего различные способы орошения и технологии внесения удобрений и пестицидов которые входят:

1) разработка схемы и определение местоположения для многофункционального мелиоративного комплекса включающего в себя исследование технологий и режимов орошения;

2) разработка капельного напорного поверхностного орошения с использованием смешительных устройств новейших разработок для смешения животноводческих стоков, птичьего помета и минеральных удобрений в объеме необходимом для планируемого урожая овощных культур малых и крупных фермерских хозяйств;

3) разработка технологии низконапорного поверхностного локального орошения, с напором до 1 м, для внесения животноводческих стоков и минеральных удобрений;

1.3 Привлечение к проведению государственной итоговой аттестации по основным профессиональным образовательным программам высшего образования представителей Организации;

1.4 Организация и проведение практики обучающихся Университета в Организации в соответствии с заключенным между Университетом и Организацией договором на проведение практики обучающихся;

1.5 Организация и проведение стажировок студентов и сотрудников Университета в Организации;

1.6 Разработка и реализация совместных программ по повышению квалификации сотрудников Университета и Организации и обмену опытом;

1.7 Совместная деятельность по организации и проведению тематических конкурсов среди талантливой студенческой молодежи и научно-педагогических работников Университета;

1.8 Проведение опросов в Организации о качестве подготовки выпускников Университета, трудоустроенных в данной Организации, качестве подготовки студентов, проходивших в Организации практику или стажировку;

1.9 Содействие трудоустройству выпускников, наилучшим образом проявивших себя в процессе обучения и в ходе производственных практик в Организации при наличии вакантных должностей;

1.10 Обеспечение опережающего характера подготовки специалистов на основе интеграции научной, образовательной и производственной деятельности, гарантирующей им конкурентоспособность на рынке труда и образовательных услуг;

1.11 Проведение исследовательских работ по заказам Организации в соответствии с дополнительными договорами на проведение данного вида работ;

1.12 Развитие новых, прогрессивных форм инновационной деятельности, научно-исследовательского сотрудничества с промышленными предприятиями, фондами, бизнес-структурами, органами государственной власти и местного самоуправления и другими структурами с целью совместного решения важнейших научно-исследовательских и образовательных задач;

1.13 Внедрение научных знаний в практику деятельности Организации;

1.14 Формирование системы обмена передовым опытом, распространение последних научных, учебных и производственных достижений.

1.15 Перечень направлений и форм сотрудничества не является исчерпывающим и может расширяться и дополняться по соглашению Сторон.

2. Обязательства Сторон

2.1 Стороны обязуются:

- оказывать содействие в реализации совместных направлений сотрудничества в порядке, в размере и способами, предусмотренными отдельными договорами и иными документами, подписанными Сторонами во исполнение настоящего договора;
- своевременно и в полном объеме выполнять юридические и фактические действия, необходимые для реализации совместных проектов;
- обмениваться с соблюдением законодательства имеющимися в их распоряжении информационными ресурсами;
- не разглашать информацию, признанную сторонами конфиденциальной;
- по необходимости проводить встречи, консультации и обсуждение вопросов, связанных с реализацией направлений и форм сотрудничества;
- рассматривать проблемы, возникающие в процессе реализации настоящего договора.

2.2 Ответственным лицом за осуществление взаимодействий по настоящему договору со стороны Университета назначается аспирант ФГБОУ ИГМА Рудаков Владимир Александрович.

2.3 Ответственным лицом за осуществление взаимодействий по настоящему договору со стороны Организации назначается гл. агроном Соснов В.С.

2.4 Конкретные проекты и мероприятия сотрудничества, сроки и условия их реализации оговариваются дополнительно, оформляются в рамках отдельных договоров, планов и соглашений на согласованных Сторонами условиях.

2.5 Настоящий договор не влечет каких-либо финансовых обязательств Сторон. Вопросы финансового обеспечения сотрудничества будут решаться сторонами путем переговоров и подписанием отдельных договоров.

2.6 Положения настоящего договора не могут рассматриваться как ущемляющие права Сторон по самостоятельной реализации проектов и действий по направлениям, перечисленным в настоящем договоре.

3. Ответственность сторон

3.1 Ответственность сторон по настоящему договору наступает только в случаях, предусмотренных действующим законодательством РФ.

3.2 Все споры, разногласия или требования, возникающие из настоящего Договора или в связи с ним, подлежат урегулированию сторонами путем переговоров. При отсутствии согласия спор между сторонами подлежит рассмотрению в соответствии с действующим законодательством.

4. Срок действия договора, порядок его изменения и расторжения

4.1 Договор вступает в силу после его подписания Университетом, с одной стороны, и Организацией, с другой стороны.

4.2 Срок действия договора пять лет, с 10.08.2019 г. по 10.08.2024 г.

4.3 В случае, если не менее чем за один месяц до окончания срока действия настоящего договора ни одна из сторон не заявила о прекращении его действия, договор считается пролонгированным на тот же срок.

4.4 Каждая из сторон в любое время вправе отказаться от настоящего договора, предупредив об этом другую сторону не позднее, чем за два месяца до момента его расторжения.

5 Юридические адреса и подписи сторон:

Университет:

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А.К. Кортунова ФГБОУ ВО Донской ГАУ

ИНН 6125012570

КПП 615043001

ОГРН 1026101409630

Юридический адрес:

346493, Ростовская область, Октябрьский р-н, п.

Персиановский, ул.Кривошлыкова, 24

Адрес филиала:

346428 Ростовская область, г. Новочеркасск, ул.

Пушкинская, 111 тел.: 22-21-70

Банковские реквизиты

УФК по Ростовской области (5811, Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А.К.

Кортунова ФГБОУ ВО Донской ГАУ л/сч

20586Э31840)

Организация:

Бирючукская овощная селекционная опытная станция – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр овощеводства»;

Юридический адрес: 346414, Ростовская область, г.Новочеркасск, ул.Селекционная, д.19.

УФК по Ростовской области (Бирючукская ОСОС – филиал ФГБНУ ФНЦО, л/с 20586Н43030)

ИНН 5032001327 КПП 615043001

Р/С 40501810260152000001

Банк: ОТДЕЛЕНИЕ РОСТОВ-НА-ДОНУ

Г. РОСТОВ-НА-ДОНУ

БИК 046015001

ОКПО 45727225

ОКТМО 60727000001

ОКВЭД 72.19

Банк: ОТДЕЛЕНИЕ РОСТОВ-НА-ДОНУ г. РОСТОВ-
НА-ДОНУ

р/сч 4050181026015200001

БИК 046015001

Эл. почта vladimirrudakov880@gmail.com

ОГРН 1035006474326

ОКАТО 60427000000

Рег.ФСС № 6121011445

Рег.ПФР № 071-049-047228

Код подчиненности ФСС 61212

Подпись ответственных лиц

Университет:

проф. Тарасьянц С.А.

аспирант Рудаков В.А.


9.08.2019


09.08.2019

Организация:

зам. дир. Комфоран Л.В.

гл. агроном Соснов В.С.




ПРИЛОЖЕНИЕ Л
Результаты лабораторных исследований РосНИИПМ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
 «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»
 (ФГБНУ «РосНИИПМ»)
ЭКОЛОГО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ
 346421, Ростовская область, г.Новочеркасск, пр. Баклановский 190, тел.(86352) 65103

Акт приемки-передачи проб

Почва № 24-20У/1-2

от «25» мая 2020 г.

Заказчик: Рудаков В.А.

Цель отбора проб: определение агрохимического состава удобрений

Нормативный документ, регламентирующий отбор проб: ГОСТ 28168-89; ГОСТ 17.4.3.01-83

Дата, время доставки проб: 25.05.20; 10.30

Место отбора проб:

Тип проб: точечные. Общее количество проб: 2.

Хранение проб (способ консервации): портативный охлаждающий бокс

Шифр пробы	Наименование проб	Показатель	Масса пробы, кг
24-20У/1	Водная вытяжка	Калий, фосфор, азот нитратный,	1,5 кг
24-20У/2	Сухое вещество	гумус	100г

Исполнитель за качество отбора образцов (проб) ответственности не несет.

Должность, ФИО лица, принявшего образцы проб:

И.о.зав. эколого-аналитической лабораторией - Линник Л.Н.

Представитель Заказчика _____




федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации" (ИНН: 6150005087 / КПП: 615001001)
 Адрес (юридический): 346421, Ростовская обл, Новочеркасск г, Баклановский пр-кт, дом № 190,
 Телефоны: +7 (8635) 26-65-00, 26-07-95

Акт № 00000319 от 08.06.2020
об оказании услуг

Заказчик: Рудаков Владимир Александрович
 Основание: Договор Д/19-Х от 25.05.2020
 Валюта: Российский рубль

№	Наименование работы (услуги)	Ед. изм.	Количество	Цена	Сумма
1	Оказаны услуги согласно договора №19-Х от 25.05.2020г. «Проведение лабораторных исследований 2 образцов почвы, 2 образцов удобрений (всего 4 пробы)»	шт	1,000	5 700,56	5 700,56
Итого:					5 700,56
В том числе НДС					950,09
Всего (с учетом НДС):					5 700,56

Всего оказано услуг на сумму: Пять тысяч семьсот рублей 56 копеек, в т.ч.: НДС - Девятьсот пятьдесят рублей 09 копеек

Вышеперечисленные услуги выполнены полностью и в срок. Заказчик претензий по объему, качеству и срокам оказания услуг не имеет.

От исполнителя: ВРИО директора
(должность)



(подпись)

Р. С. Масный

(расшифровка подписи)

От заказчика:

(должность)

(подпись)

(расшифровка подписи)

М.П.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
 «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»
 (ФГБНУ «РосНИИПМ»)
ЭКОЛОГО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ
 346421, Ростовская область, г.Новочеркасск, пр. Баклановский 190, тел.(86352) 65103
 Аттестат аккредитации RA.RU.21HE16

Акт приемки-передачи проб

Почва № 24-20П/1-2

от «25» мая 2020 г.

Заказчик: Рудаков В.А.

Цель отбора проб: определение агрохимического состава почвы.

Нормативный документ, регламентирующий отбор проб: ГОСТ 28168-89; ГОСТ 17.4.3.01-83

Дата, время доставки проб: 25.05.20; 10.30

Место отбора проб:

Тип проб: точечные. Общее количество проб: 2.

Хранение проб (способ консервации): портативный охлаждающий бокс

Шифр пробы	Интервал отбора проб в почвенном горизонте	Показатель	Масса пробы, кг
24-20П/1	0-10	Калий, фосфор, азот нитратный, гумус	1 кг
24-20П/2	10-20		1 кг

Исполнитель за качество отбора образцов (проб) ответственности не несет.

Должность, ФИО лица, принявшего образцы проб:

И.о. зав. эколого-аналитической лабораторией - Линник Л.Н.

Представитель Заказчика




УТВЕРЖДАЮ:
 Врио директора ФГБНУ «РосНИИПМ»
 Р.С.Масный
 « 05 » июня 2020г.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»
 (ФГБНУ «РосНИИПМ»)

ЭКОЛОГО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ

346421, Ростовская область, г. Новочеркасск, пр. Баклановский 190, тел.(86352)65103

ПРОТОКОЛ КХА № 24-20 У/1-2

Заказчик: Рудаков В.А.

Место отбора проб:

Акт приемки-передачи проб №24-20У/1-2

Организация, осуществившая отбор проб: ФГБНУ «РосНИИПМ»

Дата поступления проб: 25.05.2020

Дата выполнения анализа: 04.06.2020

№ пробы	Определяемые показатели	Результаты исследования, единицы измерения	Величина допустимого уровня*, единицы измерения	НД на методы исследования
1	2	3	4	5
24-20 У/1 (водн. вытяжка)	Калий	232,4 мг/дм ³	—	Руководство по эксплуатации спектрометра атомно-абсорбционного «Квант-2А»
	Фосфор, подвижные соединения	3732±746 мг/кг	—	ГОСТ 26205-91
	Азот нитратов	19,4± 4,2мг/кг	—	ПНД Ф 16.1:2.2.2:3.67-10
	Органическое вещество	38,0±1,2 %	—	ГОСТ 27980
24-20 У/2 (сухое вещество)	Калий	22,7 г/кг	—	Руководство по эксплуатации спектрометра атомно-абсорбционного «Квант-2А»

1	2	3	4	5
24-20 У/2 (сухое вещество)	Фосфор, подвижные соединения	874,29±174,86 мг/кг	—	ГОСТ 26205-91
	Азот нитратов	17,20±3,78 мг/кг	—	ПНД Ф 16.1:2:2.2:3.67- 10
	Органическое вещество	43,17±0,80 %	—	ГОСТ 26213- 91

Средства измерения и испытательное оборудование:

Наименование оборудования	Зав. №	Инв. №	Дата ввода в эксп.	Свид. о поверке период действия
Фотометр фотоэлектрический КФК-3	0401062	2101340100	26.07.2016 г	06.013469.19, действительно до 31.07.2021 г.
Спектрометр атомно- абсорбционный «КВАНТ-2»	93	1101041116	05.06.2009 г	06.013478.19, действительно до 31.07.2020 г.
Весы лабораторные электронные Pioneer Scout, мод. PA 512	8329410458	2101340100	26.07.2016 г	03.009334.19, действительно до 08.08.2020 г.
Весы лабораторные электронные ЛВ, мод. ЛВ-210-А	25825045	1101041842	20.10.2010 г	03.009332.19, действительно до 08.08.2020 г.
Термогигрометр цифровой DT-625	170912755	2101340077	2017	№ 06.020147.19, до 15.10.2020 г.
Шкаф сушильный ШС-80-01 СПУ	10513	2101340100	2016 г.	аттестат № 1879/19 действителен до 01.08.2020 г.

И. о. заведующей ЭАЛ

Л.Н. Линник

Инженер-лаборант ЭАЛ

Н. Б. Уварова

Инженер-лаборант ЭАЛ

Е. Н. Костюкова

Инженер-лаборант ЭАЛ

Т.А. Бологова

УТВЕРЖДАЮ:

Врио директора ФГБНУ «РосНИИПМ»

Р.С.Масный

« 05 » июня 2020г.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»
(ФГБНУ «РосНИИПМ»)

ЭКОЛОГО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ

346421, Ростовская область, г. Новочеркасск, пр. Баклановский 190, тел.(86352)65103

ПРОТОКОЛ КХА № 24/20 П/1-2

Заказчик: Рудаков В.А.

Место отбора проб:

Акт приемки-передачи проб № 24-20П/1-2

Организация, осуществившая отбор проб: заказчик

Дата поступления проб: 25.05.2020г.

Дата выполнения анализа: 01.06.2020г.

№ пробы	Определяемые показатели	Результаты исследования, единицы измерения	Величина допустимого уровня*, единицы измерения	НД на методы исследования
1	2	3	4	5
24-20 П/1 (0-10)	Калий	413,4 ± 3,0 мг/кг	—	Руководство по эксплуатации спектрометра атомно-абсорбционного «Квант-2А»
	Фосфор, подвижные соединения	119,71 ± 23,94 мг/кг	—	ГОСТ 26205-91
	Азот нитратов	9,60 ± 2,88 мг/кг	—	ГОСТ 26951-86
	Органическое вещество	2,47 ± 0,55 %	—	ГОСТ 26213-91
24-20 П/2 (10-20)	Калий	791 ± 63 мг/кг	—	Руководство по эксплуатации спектрометра атомно-абсорбционного «Квант-2А»

1	2	3	4	5
24-20 П/2 (10-20)	Фосфор, подвижные соединения	117,57 ± 23,51 мг/кг	—	ГОСТ 26205-91
	Азот нитратов	5,40 ± 1,62 мг/кг	—	ГОСТ 26951
	Органическое вещество	3,24 ± 0,49 %	—	ГОСТ 26213-91

Средства измерения и испытательное оборудование:

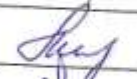
Наименование оборудования	Зав. №	Инв. №	Дата ввода в эксп.	Свид. о поверке период действия
Фотометр фотоэлектрический КФК-3	0401062	2101340100	26.07.2016 г	06.013469.19, действительно до 31.07.2021 г.
Спектрометр атомно-абсорбционный «КВАНТ-2»	93	1101041116	05.06.2009 г	06.013478.19, действительно до 31.07.2020 г.
Анализатор жидкости многопараметрический ЭКОТЕСТ-2000 в комплекте с:	2025	2101042377	01.12.2008 г	06.017512.19, действительно до 12.09.2020 г
Электрод ионоселективный ЭЛИС-1 мод. ЭЛИС-121NO ₃	04066	—	01.12.2008 г	06.017514.19, действительно до 12.09.2020 г
Электрод вспомогательный лабораторный хлорсеребряный ЭВЛ-1МЗ.1	1011	—	01.12.2008 г	06.017513.19, действительно до 12.09.2020 г
Весы лабораторные электронные Pioneer Scout, мод. РА 512	8329410458	2101340100	26.07.2016 г	03.009334.19, действительно до 08.08.2020 г.
Весы лабораторные электронные ЛВ, мод. ЛВ-210-А	25825045	1101041842	20.10.2010 г	03.009332.19, действительно до 08.08.2020 г.
Термогигрометр цифровой DT-625	170912755	2101340077	2017	№ 06.020147.19, до 15.10.2020 г.
Шкаф сушильный ШС-80-01 СПУ	10513	2101340100	2016 г.	аттестат № 1879/19 действителен до 01.08.2020 г.

И. о. заведующей ЭАЛ


Инженер-лаборант ЭАЛ

Инженер-лаборант ЭАЛ

Инженер-лаборант ЭАЛ


 Л.Н. Линник


 Н. Б. Уварова


 Е. Н. Костюкова


 Т.А. Бологова