

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Департамент научно-технологической политики и образования  
Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А.К. Коргунова  
ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет»

26-2972

В.А. Рудаков, С. А. Тарасьянц

# ГИДРАВЛИЧЕСКОЕ СМЕШЕНИЕ УДОБРЕНИЙ С ВОДОЙ СТРУЙНЫМИ СМЕСИТЕЛЯМИ ЭНЕРГИЕЙ НАПОРНЫХ И ВСАСЫВАЮЩИХ ЛИНИЙ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

26-02972



Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Департамент научно-технологической политики и образования  
Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А.К. Кортунова  
ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет»

**В.А. Рудаков, С. А. Тарасьянц**

**ГИДРАВЛИЧЕСКОЕ СМЕШЕНИЕ УДОБРЕНИЙ  
С ВОДОЙ СТРУЙНЫМИ СМЕСИТЕЛЯМИ-  
ЭНЕРГИЕЙ НАПОРНЫХ И ВСАСЫВАЮЩИХ  
ЛИНИЙ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ**

Монография

Новочеркасск  
Лик  
2025

УДК 631.633(035.3)

ББК 40.724я73

Р 83

**Рецензенты:** доктор технических наук, профессор заведующий кафедрой «Автомобили и транспортно-технические комплексы» ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова» В. С. Исаков,  
доктор биологических наук, профессор заведующий кафедрой кадастров и ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет имени М.М. Джамбулатова» М. Р. Мусав

**Рудаков В.А., Тарасьянц С.А.**

Р 83 Гидравлическое смешение удобрений с водой струйными смесителями энергией напорных и всасывающих линий гидромеханического оборудования: монография / В. А. Рудаков, С. А. Тарасьянц; Новочерк. инж.-мелиор. ин-т Донской ГАУ. – Новочеркасск: Лик, 2025. – 185 с.

ISBN 978-5-908060-15-8

В монографии рассмотрены конструкции гидравлических систем смешения удобрений с водой струйными смесителями. Изложен технологический процесс эксплуатации систем смешения органических и минеральных удобрений, методики расчёта гидравлической и геометрических параметров струйных аппаратов

*Ключевые слова:* гидравлическое смешение, струйный смеситель, энергия, напорные линии, струйный аппарат, всасывающие линии, органические удобрения, минеральные удобрения, гидромеханическое оборудование.

Англ. перевод

Key words: hydraulic mixing, jet mixer, energy, pressure lines, jet apparatus, suction lines, organic fertilizers, mineral fertilizers, and hydraulic and mechanical equipment.

УДК 631.633(035.3)

ББК 40.724я73

ISBN 978-5-908060-15-8

- © Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А.К. Кортунова ФГБОУ ВО «Донской ГАУ», 2025
- © Рудаков В. А., Тарасьянц С. А., 2025

## СОДЕРЖАНИЕ

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ	с. 6
ВВЕДЕНИЕ	10
<b>1 СУЩЕСТВУЮЩИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ СМЕШЕНИЯ УДОБРЕНИЙ И ВОДЫ</b>	<b>11</b>
1.1 Существующие технологические схемы при эксплуатации систем смешения	13
1.1.1 Смесительные ёмкости	13
1.1.2 Инъекторы для ввода удобрений	16
1.1.3 Устройство для смешения удобрений и воды непосредственно на гидранте	17
1.1.4 Система смешения удобрений с водой струйным смесителем	17
1.1.5 Смешение удобрений в сети орошения	19
1.2 Гидравлический процесс смешения подсосываемого и рабочего потоков в камере смешения струйных смесителей	20
1.3 Существующие методы гидравлического расчёта смешения удобрений и воды в камерах смешения струйных смесителей	24
1.3.1 Методы гидравлического расчёта смешения животноводческих стоков с водой	25
1.4 Конструкции струйных смесителей	29
1.5 Существующие и предлагаемые схемы ввода удобрений в напорный и всасывающий трубопровод насосной станции	33
1.6 Гидравлический расчёт системы ввода удобрений в напорный трубопровод оросительной сети	37
1.7 Гидравлический расчёт системы ввода удобрений во всасывающий трубопровод центробежного насоса с положительной и отрицательной высотой всасывания	40
<b>2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ СМЕШЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ С ВОДОЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТРУЙНЫХ СМЕСИТЕЛЕЙ</b>	<b>48</b>
2.1 Технологический процесс внесения удобрений смесителем при выращивании перца сладкого на исследуемом участке с незащищённой почвой	48
2.2 Технологический процесс внесения удобрений смесителем при выращивании томатов на исследуемом участке с защищённой почвой	53

2.3 Расчёт величины питательных веществ при выращивании перца сладкого в открытом грунте и томата в защищённом на планируемый урожай	56
2.3.1 Расчёт величины питательных веществ для выращивания перца сладкого и томата	56
2.3.2 Возможные технологические варианты оросительных систем при внесении всех видов удобрений	63
<b>3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ</b>	<b>67</b>
3.1 Экспериментальные исследования способа внесения удобрений в оросительную сеть энергией напорного трубопровода насосной станции ЗАО «Нива» Веселовского района Ростовской области	701
3.2 Экспериментальные исследования способа внесения удобрений в оросительную сеть энергией всасывающего трубопровода насосной станции ООО «Рассвет» Куйбышевского района Ростовской области	79
<b>4 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАСЧЁТА ПАРАМЕТРОВ СМЕСИТЕЛЯ</b>	<b>86</b>
4.1 Рекомендации по определению оптимальных параметров	86
4.2 Рекомендации к расчёту относительных параметров смесителя	88
4.3 Рекомендации к расчёту гидравлических параметров смесителя	92
4.4 Методика расчёта гидравлических параметров и геометрических размеров смесителя	96
4.5 Расчёт параметров смесителя удобрений для испытываемых участков с капельным орошением	99
4.6 Эффективность эксплуатации исследованных четырёхкомпонентных струйных смесителей	105
<b>5 ВАРИАНТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТРУЙНЫХ АППАРАТОВ В КАЧЕСТВЕ СМЕСИТЕЛЕЙ ОРГАНИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ С ВОДОЙ НА ОРОШАЕМЫХ УЧАСТКАХ</b>	<b>109</b>
5.1 Нормы и способы внесения органических удобрений	110
5.2 Локальная оросительная сеть	115
5.3 Методика расчёта оптимальных параметров кольцевых смесителей, используемых при орошении животноводческими стоками и птичьим помётом	128
5.3.1 Оптимальные параметры струйных аппаратов смесителей	128
5.3.2 Расчёт бескавитационного режима работы струйных смесителей	131
5.3.3 Правомерность применения уравнения Д. Бернулли к подсосываемому потоку	134

5.3.4 Критические скорости подсосываемого потока	137
5.3.5 Максимальные скорости подсосываемого потока на участке взаимодействия	139
5.3.6 Сопоставление опытных и расчётных значений максимальных относительных скоростей во внешней и внутренней областях кольцевых двухповерхностных струйных аппаратов	144
5.3.7 Расчёт станции подачи смеси животноводческих стоков с водой на планируемую урожайность	152
<b>6 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СТРУЙНОЙ СИСТЕМЫ СМЕШЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ И ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ С ВОДОЙ</b>	<b>161</b>
6.1 Характеристика заменяемого и предлагаемого вариантов систем смешения	161
6.2 Расчёт экономического эффекта в сфере приготовления смеси удобрений с водой и функционирования объектов заменяемого и внедряемого вариантов	162
6.3 Расчёт экономического эффекта в сфере увеличения урожая	168
Список литературы	171