

УДК 631.86

UDC 631.86

05.20.00 Процессы и машины агроинженерных систем

Processes and machines of agroengineering systems

РАСЧЕТ ПОДАЧИ ОБЪЁМА ПТИЧЬЕГО ПОМЁТА ПРИ УДОБРИТЕЛЬНЫХ ПОЛИВАХ ТОМАТОВ В ПЕРВОМ ОБОРОТЕ И ОГУРЦОВ ВО ВТОРОМ**CALCULATION OF THE VOLUME OF DELIVERED BIRD DUNG UNDER FERTILIZER IRRIGATIONS OF TOMATOES IN THE FIRST ROTATION AND CUCUMBERS IN THE SECOND ROTATION**Дегтярева Карина Александровна
к.т.н., доцентDegtyareva Karina Aleksandrovna
Candidate of Technical sciences, associate professorПавлюкова Елена Дмитриевна
к.т.н., доцентPavlykova Elena Dmitrievna
Candidate of Technical sciences, associate professorТарасьянц Сергей Андреевич
д.т.н., профессорTarasyants Sergei Andreevich
Doctor of Technical sciences, professorКалпакчи Николай Дмитриевич
студент
*ФГБОУ ВО Южно - Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, Новочеркасск, Россия*Kalpakchi Nikolai Dmitrievich
student
South Russian State Polytechnical University (NPI) after M. I. Platov, Novocherkassk, Russia

Проведены расчеты по величинам подаваемого помёта, после получения анализа лабораторных исследований почвы и подаваемой орошаемой воды с органическими удобрениями. На основании данных по величинам коэффициентов гидравлических сопротивлений элементов смесителя, камеры смешения и диффузора рассчитаны диаметры напорных трубопроводов, приведённого напора смесителя НГПР, скорости истечения потока из сопла смесителя, диаметры насадок и камеры смешения. По полученным расчётным данным величин напора насоса, напора смесителя, напора на входе в смеситель и напора в ёмкости постоянного давления получена возможность для назначения величин факторов при натурных испытаниях системы орошения и проверки расчётных данных с помощью полученных экспериментальных величин. Применяемая низконапорная система, с гидравлическими и геометрические параметрами смешения, рекомендована для мелких фермерских хозяйств

We have made calculations using the values of dung delivered after the analysis of laboratory research of the soil and irrigation water delivered with organic fertilizers. Based on the data on values of hydraulic resistance coefficients of mixer elements, mixing chamber and diffuser, we found diameters of pressure pipelines, reduced head of NGPR mixer, velocity of flow discharge from mixing nozzles and the mixing chamber. According to the design data of the pump head values, those of the mixer head, the head on inlet into the mixer and head in a reservoir of constant pressure a possibility was received to specify values of factors under studies on location of irrigation system and to test the design data with the help of the experimental value received. A low head system with hydraulic and geometric parameters of mixing is recommended for small farms

Ключевые слова: ОРГАНИЧЕСКИЕ УДОБРЕНИЯ, ПТИЧИЙ ПОМЁТ, ОРОШЕНИЕ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР, ВЕЛИЧИНА ПОЛИВНОГО И ОРОСИТЕЛЬНОГО РАСХОДА, ДИАМЕТРЫ НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ, ВЕЛИЧИНА НАПОРА НАСОСА

Keywords: ORGANIC FERTILIZERS, BIRD DUNG, IRRIGATION OF VEGETABLE CROPS, VALUE OF WATER APPLICATION AND IRRIGATION DISCHARGE, DIAMETERS OF PRESSURE PIPELINES, VALUE OF PUMP PRESSURE

Doi: 10.21515/1990-4665-141-001

Для расчёта величины подачи объёма птичьего помёта при исследованиях на полях Бирючукской овощной селекционной опытной станции в вегетационный период, при выращивании томатов и огурцов, в работе проведен лабораторный анализ почвы и помёта в лаборатории РосНИИПМ (табл. 1, 2), исходя из которого, проводится расчет объема подачи помёта на планируемый урожай томатов и огурцов.

Таблица 1 - Результаты анализа почвы на выращиваемых участках

| № пробы | Глубина, см | Результаты анализа | | | |
|---------|-------------|-----------------------|--------------|---------------|----------|
| | | Нитратный азот, мг/кг | Калий, мг/кг | Фосфор, мг/кг | Гумус, % |
| 1 | 0-10 | 27,5 | 844,8 | 180,5 | 4,87 |
| 2 | 0-10 | 31,6 | 1068,0 | 205,6 | 5,38 |
| 3 | 10-20 | 38,9 | 830,4 | 180,5 | 4,24 |
| 4 | 10-20 | 26,9 | 686,4 | 170,5 | 4,52 |
| 5 | 20-30 | 24,0 | 628,8 | 181,3 | 4,21 |
| 6 | 20-30 | 28,8 | 609,6 | 166,4 | 4,06 |

Таблица 2 – Результаты анализа жидкого птичьего помёта, разбавленного с поливной водой в соотношении 1:1 и выдержкой в течение 6 суток

| № пробы | Аммоний-ный азот, % | Общий азот, % | Общий фосфор, % | Общий калий, % | Сухой остаток, % | Гумус, % |
|----------|---------------------|---------------|-----------------|----------------|------------------|----------|
| 1 сухой | 0,17 | 2,1 | 2,7 | 0,85 | 66,6 | 5,83 |
| 2 сухой | 0,59 | 1,6 | 1,5 | 0,6 | 74,1 | 6,28 |
| 3 жидкий | 0,15 | 0,4 | 1,5 | 1,5 | 89,6 | 6,54 |
| 4 жидкий | 0,31 | 0,3 | 1,2 | 1,2 | 87,3 | 6,10 |

По исходным данным, (табл. 3), проведён предварительный расчёт подачи птичьего помёта для выращивания томата сорта «Мадонна F1» на урожай 70 т/га в первом обороте и огурца сорта «Нежинский» на урожай 60 т/га во втором обороте (рис. 1).

Кроме того, в расчёте, на основании литературных данных и собственных экспериментальных исследований определены гидравлические и геометрические параметры смесителя.



Рисунок 1 – Томат сорта Мадонна F1 выращиваемый в первом обороте и огурец сорта Нежинский выращиваемый во втором обороте

Таблица 3 - Исходные данные для расчета массы птичьего помёта при выращивании томата на планируемый урожай

| № | Показатели | Обозначения | Численные значения | Ссылка на источник |
|---|---|-----------------|--------------------|---------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Площадь орошаемого экспериментального участка | F, га | 0,23 | Экспериментальный участок |
| 2 | Обеспеченность почвы, (кг/га) | | | Лаборатория РосНИИпМ |
| | азотом | П _а | 31,6 | |
| | фосфором | П _ф | 205,6 | |
| | калием | П _к | 1068,0 | |
| 3 | Гумус, % | - | 5,38 | Лаборатория РосНИИпМ |
| 4 | Коэффициент использования питательных веществ из почвы | К _а | 0,20 | [1,11] |
| | | К _к | 0,30 | |
| | | К _ф | 0,10 | |
| 5 | Коэффициент использования питательных веществ из помёта | N _{1а} | 0,65 | [2,3] |
| | | K _{1к} | 0,50 | |
| | | P _{1ф} | 0,55 | |

Продолжение таблицы 3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----|---|-----------------|-----------|------------------------------------|
| 6 | Содержание питательных веществ (N,P,K) в разбавленном (1:1) птичьим помете, % | N_a | 0,4 | Лаборатория РосНИИпМ |
| | | N_ϕ | 1,5 | |
| | | N_k | 1,5 | |
| 7 | Вынос питательных веществ с 1 т. урожая томатов кг/га | V_a^y | 4,0 | [6] |
| | фосфор общий | V_ϕ^y | 3,5 | |
| | калий общий | V_k^y | 1,5 | |
| 8 | Максимальное содержание питательных веществ в поливной смеси, % (по азоту) | N | 0,04 | [9,14] |
| 9 | Геометрическая высота подачи смесителя, м | H_{Π} | 0,8 – 1,0 | Назначена по фактической местности |
| 10 | Коэффициенты гидравлического сопротивления элементов смесителя: | | | [4,13] |
| | сопла | ζ_0 | 0,1 | |
| | камеры смешения | ζ_2 | 0,04 | |
| | диффузора | ζ_d | 0,25 | |
| 11 | Суммарные потери напора в распределительном трубопроводе смесителя, м | Σh_{wp} | 3,54 | [5] |
| 12 | Время вегетации (сут) | t_{Π} | 100 - 105 | Посев 1 – 10 /02 |
| | | | | Посадка 10–15 /03 |
| | | | | Первый сбор 4- 5 /06 |
| 13 | Приведенный напор смесителя, м | $H_{г.пр}$ | 6,95 | Расчетный |
| 14 | Плотность подсасываемого помета, разбавленного в соотношении 1:1 | ρ_1 | 1,00 | Принимается |
| 15 | Плотность поливной смеси | $\rho_{см}$ | 1,00 | Принимается |

Известно, что для почв со средним уровнем обеспеченности, необходимая подача действующего вещества по питательным элементам на вегетационный период по литературным данным [6,7,8,16,17] в первом приближении принимается величина азота – 240 кг/га, фосфора – 250 кг/га, калия – 250 кг/га.

Расчёт питательных веществ приведён в таблице 4.

Схема низконапорной сети с использованием смесителя приведен на рисунке 3.

Влияние на количество кустов томатов на подсасываемый смесителем расход помёта показан в табл. 5. Расчетные гидравлические и геометрические параметры смесителя в табл. 6. Зависимость годовой массы помёта от напора насоса в смесителе в табл. 7.

Предварительный расчёт необходимого объёма помёта проведен на количество растений томата от 1 до 35 тыс. шт. для одной неотапливаемой весенней блочной теплицы площадью 0,23 га при выращивании 1000 растений томата в первом обороте (см. табл. 5), геометрических и гидравлических параметров элементов смесителя (см. табл. 6).

Окончательный расчёт элементов смесителя, расходы воды, возможное количество выращиваемых растений томата, годовую массу помёта и время его выдачи выполнен на основе приведённых экспериментальных исследований для назначенных напоров центробежного насоса и смесителя (см. табл. 7).

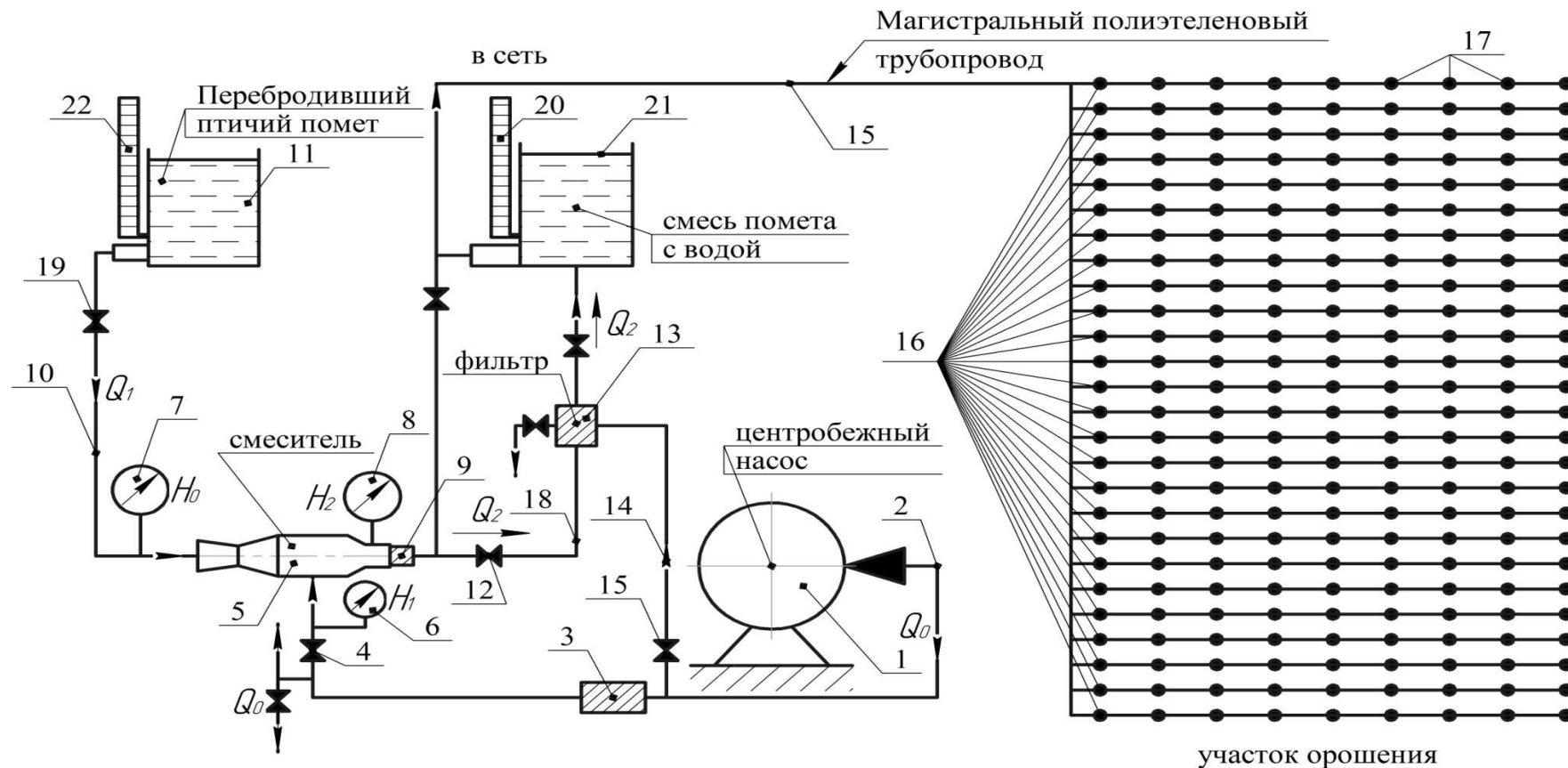
Таблица 4 - Расчетные данные по величине поливного и оросительного расхода птичьего помёта при выращивании томата в первом обороте

| Наименование показателей, единицы измерения | Расчётные формулы и расчёт показателей |
|--|--|
| 1 | 2 |
| 1. Вынос питательных веществ при урожае 700 ц/га, кг/га: азота фосфора калия | $B_a = \frac{Y \cdot B_a^y}{10} = \frac{700 \cdot 4 \cdot 0,7}{10} = 196,0 \quad (1)$ $B_\phi = \frac{Y \cdot B_\phi^y}{10} = \frac{700 \cdot 3,5 \cdot 0,7}{10} = 171,5 \quad (2)$ $B_K = \frac{Y \cdot B_K^y}{10} = \frac{700 \cdot 1,5 \cdot 0,7}{10} = 73,5 \quad (3)$ |
| 2. Годовая норма птичьего помёта на одну теплицу, кг/га: по азоту по фосфору по калию | $M_a = \left(\frac{B_a - \Pi_a \cdot K_a}{K_{1a} \cdot N_{1a} \cdot N_f} \right) = \left(\frac{196 - 31,6 \cdot 0,20}{0,65 \cdot 0,85 \cdot 0,4} \right) = 856,5 \quad (4)$ $M_\phi = \frac{B_\phi - \Pi_\phi \cdot K_\phi}{K_\phi \cdot P_{1p} \cdot N_\phi} = \left(\frac{171,5 - 205,6 \cdot 0,3}{0,55 \cdot 0,90 \cdot 1,5} \right) = 147,9 \quad (5)$ $M_K = \frac{B_K - \Pi_K \cdot K_K}{K_{1K} \cdot K_{2K} \cdot N_K} = \frac{73,5 - 1068 \cdot 0,7}{0,32 \cdot 0,50 \cdot 1,5} = -2,8 \quad (6)$ |

За расчетную годовую норму принимается норма по азоту – наиболее токсичному из питательных веществ.

Продолжение таблицы 4

| 1 | 2 |
|---|--|
| 3. Годовая норма птичьего помёта на одно растение (при высадке 5 шт/м ² , 50000 шт/га) $W_{з.н.}^a / n$ по азоту фосфору калию | $W_{з.н.}^a = M_a / 50000 = 856,5 / 50000 = 0,017 \quad (7)$ $W_{з.н.}^ф = M_ф / 50000 = 147,9 / 50000 = 0,003 \quad (8)$ $M_k - \text{не рассчитывается, т.к. калия в избытке}$ |
| 4. Принятый суммарный расход смесителя на одно растение Q_2 , кг/с (из расчета 5 кг/час) | 0,0013 Расход капельных систем |
| 5. Расчетный расход азота N_2 на куст в смеси Q_2 при его содер- жании 0,04 %, кг/с | $N_2 = \frac{Q_2 \cdot 0,04}{100} = \frac{0,0013 \cdot 0,04}{100} = 0,5 \cdot 10^{-6} \quad (9)$ |
| 6. Подсасываемый смесителем расход помёта Q_1 , при содержании азота в смеси $N = 0,4\%$, кг/с/раст | $Q_1 = \frac{N_2 \cdot 100}{0,4} = \frac{0,5 \cdot 10^{-6} \cdot 100}{0,4} = 0,00013 \quad (10)$ |
| 7. Коэффициент смешения воды и подсасываемого помета, α_0 (не зависит от количества кустов) | $\alpha_0 = \frac{Q_1}{Q_2 - Q_1} = \frac{0,00013}{0,0013 - 0,00013} = 0,118 \quad (11)$ |
| 8. Расчётная по выносу питательных веществ масса азота при 50000 растений на га, кг/раст. | $M_{н.а.} = \frac{B_a}{50000} = \frac{196,0}{50000} = 0,0039 \quad (12)$ |
| 9. Рабочий расход центробежного насоса, кг/с (из расчёта суммар- ного расхода $Q_2 = 5 \text{ кг} / \text{с}$) на одно растение | $Q_0 = Q_2 - Q_1 = 0,0013 - 0,00013 = 0,0011$ |



1- центробежный погружной насос; 2 – напорный трубопровод подачи рабочей воды в смеситель; 3,9 – расходомеры; 4,12,15,19 - задвижки; 5 – смеситель; 5 – смеситель; 6,7,8 – манометры; 10 – трубопровод подачи птичьего помета в смеситель; 11 – емкость с перебродившим птичьим пометом; 13 – фильтр; 14 – трубопровод промывки фильтра; 15 – распределительный трубопровод; 16 – поливные трубопроводы;

17 – водовыпуски; 18 – трубопровод пучка смеси в низконапорную емкость; 20, 22 – пьезометр; 21 – низконапорная ёмкость

Рисунок 2 – Схема низконапорной локальной оросительной сети при выращивании томатов в первом обороте и огурца во втором

Таблица 5 – Влияние количества выращиваемого томата на подсасываемый смесителем расход помёта

| Количество высаживаемых кустов, тыс. шт | Принятый суммарный расход смесителя Q_2 , кг/с (из расчёта 5 кг/ч на куст) | Расход азота N_2 в смеси Q_2 при его содержании 0,04%, кг/с | Подсасываемый смесителем расход помёта Q_1 при содержании азота $N=0,4\%$, кг/с | Коэффициент смешивания, α_0 | Площадь занимаемая томатами, m^2 | Поливная масса азота $M_{па}$, кг | Годовая масса подсасываемого помёта $W_{п}$, кг | Рабочий расход насоса нагнетателя Q_0 , кг/с |
|---|--|---|--|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--|--|
| 1,0 | 1,38 | 0,0005 | 0,138 | 0,11 | 200 | 0,16 | 39,6 | 1,24 |
| 5,0 | 6,94 | 0,0027 | 0,67 | 0,11 | 1000 | 0,8 | 198,5 | 6,27 |
| 10,0 | 13,88 | 0,0055 | 1,38 | 0,11 | 2000 | 1,6 | 401,4 | 12,5 |
| 15,0 | 20,83 | 0,0083 | 2,07 | 0,11 | 3000 | 2,4 | 598,5 | 18,76 |
| 20,0 | 27,77 | 0,011 | 2,75 | 0,11 | 4000 | 3,2 | 800,0 | 25,02 |
| 25,0 | 34,72 | 0,013 | 3,25 | 0,11 | 5000 | 4,0 | 1000,0 | 31,47 |
| 30,0 | 41,66 | 0,016 | 4,00 | 0,11 | 6000 | 4,8 | 1200,2 | 37,66 |
| 35,0 | 48,61 | 0,019 | 4,86 | 0,11 | 7000 | 5,6 | 1432,4 | 43,75 |
| | | $N_2 = \frac{Q_2 \cdot 0,04}{100}$ | $Q_1 = \frac{N_2 \cdot 100}{0,4}$ | $\alpha_0 = \frac{Q_1}{Q_2 - Q_1}$ | – | – | $W_n = \frac{M_{n.a.}}{N_2} \cdot Q_1$ | $Q_0 = Q_2 - Q_1$ |

Таблица 6 - Гидравлические и геометрические параметры смесителя (геометрическая характеристика смесителя $m=5,0$ принимается для оптимальных струйных аппаратов

| Количество растеней n , тыс. шт | Диаметр напорного трубопровода смесителя, м D_0 | Диаметр трубопровода рабочего потока, м D_0 | Приведенный напор смесителя, м $H_{Г.пр}$ | Скорость истечения из насадки, V_0 , м/с | Относительный напор насоса, $\bar{H}_Г$ | Площадь выходного сечения насадки, ω_0 , м ² | Радиус камеры смешения $R_ц$ м | Радиус насадки, $r_0^ $ м | Расстояние между обрезом насадки и началом камеры смешения, z , м | Длина диффузора L_d , м | Напор рабочего потока, м (напор насоса) $H_ц$, м | Ссылки на источник |
|-----------------------------------|---|---|---|--|---|--|---------------------------------------|---------------------------|---|-----------------------------|---|--------------------|
| | $\sqrt{\frac{Q_2 \cdot 10^3}{V_2 \cdot 0,785}}$ | $\sqrt{\frac{Q_0 \cdot 10^3}{V_0 \cdot 0,785}}$ | $\sum h_w + H_z$ | $\sqrt{\frac{2g \cdot H_{ц.пр}}{\bar{H}_2}}$ | $\bar{H}_Г = 1/m$ | Q_0 / V_0 | $\sqrt{\frac{m \cdot \omega_0}{\pi}}$ | $r_0^ \cdot R_ц$ | $r_0^ \cdot R_ц$ | $\frac{D_2 - 2R_ц}{2tgQ/2}$ | $H_ц \cdot \frac{V_0^2}{2g}$ | |
| 5,0 | 0,066 | 0,063 | 3,40 | 18,26 | 0,2 | 0,0003 | 0,020 | 0,009 | 0,016 | 0,010 | 18,69 | 20, 8 |
| 10,0 | 0,094 | 0,089 | 3,62 | 18,84 | 0,2 | 0,0006 | 0,030 | 0,010 | 0,019 | 0,011 | 18,80 | |
| 15,0 | 0,115 | 0,109 | 4,00 | 19,20 | 0,2 | 0,0007 | 0,040 | 0,015 | 0,02 | 0,012 | 19,20 | |
| 20,0 | 0,133 | 0,112 | 4,20 | 20,21 | 0,2 | 0,0008 | 0,045 | 0,020 | 0,022 | 0,020 | 20,21 | |
| 25,0 | 0,148 | 0,121 | 5,90 | 22,22 | 0,2 | 0,001 | 0,050 | 0,022 | 0,028 | 0,021 | 23,00 | |
| 30,0 | 0,162 | 0,140 | 6,33 | 24,80 | 0,2 | 0,007 | 0,055 | 0,028 | 0,030 | 0,023 | 23,20 | |
| 35,0 | 0,175 | 0,162 | 7,20 | 25,00 | 0,2 | 0,01 | 0,062 | 0,030 | 0,035 | 0,024 | 24,00 | |

Таблица 7 - Зависимость необходимой годовой массы помёта для выращивания томата от напоров насоса и смесителя

| Напор насоса H_1 , м (средний) | Напор смесителя H_2 , м (средний) | Скорость в сопле V_0 , м/с | Диаметр сопла d_0 , мм | Расход воды Q_0 , кг/с | Коэффициент смешения, α_0 | Расход смеси Q_2 , кг/с | Возможное количество растений n , шт. из расчета 5 кг/шт. | Занимаемая площадь S , м ² | Годовая масса помёта при планируемой урожайности томата 70 т/га M_{II} , кг | Время выдачи помёта t , час | Процентное содержание азота в смеси N_a , % |
|---|-------------------------------------|------------------------------|--------------------------|-------------------------------|----------------------------------|---------------------------|---|---|---|-----------------------------------|---|
| Расход помёта на входе в смеситель $Q_1 = 1,0$ кг/с | | | | | | | | | | | |
| 20 | 2 | 15,84 | 10 | 1,24 | 0,8 | 2,24 | 1723 | 345 | 2415 | 0,66 | 0,18 |
| | | | 15 | 2,79 | 0,35 | 3,79 | 2915 | 583 | 4081 | 1,13 | 0,10 |
| | | | 20 | 4,97 | 0,20 | 5,97 | 4592 | 918 | 6429 | 1,78 | 0,06 |
| 25 | 4 | 17,71 | 10 | 1,39 | 0,71 | 2,39 | 1838 | 367 | 2569 | 0,71 | 0,16 |
| | | | 15 | 3,12 | 0,32 | 4,12 | 3169 | 633 | 4431 | 1,23 | 0,09 |
| | | | 20 | 5,56 | 0,18 | 6,56 | 5046 | 1009 | 7063 | 1,96 | 0,06 |
| 30 | 6 | 19,4 | 10 | 1,52 | 0,65 | 2,52 | 1938 | 387 | 2709 | 0,75 | 0,16 |
| | | | 15 | 3,42 | 0,29 | 4,42 | 3400 | 680 | 4760 | 1,32 | 0,09 |
| | | | 20 | 6,09 | 0,16 | 7,09 | 5453 | 1090 | 7630 | 2,12 | 0,05 |
| Расход помёта на входе в смеситель $Q_1 = 5,0$ кг/с | | | | | | | | | | | |
| 35 | 2 | 20,96 | 10 | 1,64 | 3,04 | 6,64 | 5107 | 1021 | 7150 | 0,39 | 0,30 |
| | | | 15 | 3,70 | 1,35 | 8,70 | 6692 | 1338 | 9366 | 0,52 | 0,22 |
| | | | 20 | 6,58 | 0,75 | 11,58 | 8907 | 1781 | 12468 | 0,69 | 0,17 |
| 40 | 4 | 22,41 | 10 | 1,75 | 2,85 | 6,75 | 5192 | 1038 | 7266 | 0,40 | 0,29 |
| | | | 15 | 3,95 | 1,26 | 8,95 | 6884 | 1376 | 9632 | 0,53 | 0,22 |
| | | | 20 | 7,03 | 0,71 | 12,03 | 9253 | 1850 | 12955 | 0,72 | 0,16 |
| 45 | 6 | 23,7 | 10 | 1,86 | 2,68 | 6,86 | 5276 | 1055 | 7385 | 0,41 | 0,29 |
| | | | 15 | 4,18 | 1,19 | 9,18 | 7061 | 1412 | 9886 | 0,54 | 0,21 |
| | | | 20 | 7,44 | 0,67 | 12,44 | 9569 | 1913 | 13396 | 0,74 | 0,16 |
| | | $V_0 = \varphi \sqrt{2gH}$ | - | $Q_0 = 10^3 \cdot V_0 \omega$ | $\alpha_0 = \frac{Q_1}{Q_0}$ | $Q_2 = Q_1 + Q_0$ | $n = \frac{Q_2}{0,0013}$ | $S = \frac{n}{5}$ | $M_{II} = 7 \cdot S$ | $t = \frac{M_{II}}{5 \cdot 3600}$ | $N_a = \frac{0,02 \cdot 100}{Q_2}$ |

На основании проведенных расчётов по определению величины подаваемого птичьего помёта на планируемый урожай томатов определены возможности предлагаемой системы смешения воды и помёта по подсаживаемым смесителями расходам от одного растения до 35000 шт., что явно соответствует нормам высадки мелких фермерских хозяйств. Используя ранее проведенные исследования по величинам коэффициентов сопротивления элементов смесителя, сопла, камеры смешения и диффузора, определены приведенный напор смесителя $H_{ГПР}$, площадь выходного сечения насадки, радиус камеры смешения, диаметр сопла, расстояние от обреза сопла до начала камеры смешения и длины диффузора. Кроме того, расчётом определен напор рабочего потока, колеблющийся от 18,69 м до 24 м, способствующий подбору центробежного насоса для выращиваемых томатов до 35000 шт.

Порядок расчёта величины подачи птичьего помёта при выращивании огурца во втором обороте практически не отличается от расчёта подачи помёта в первом обороте. Урожайность огурцов принята в размере 600 ц/га, такая же как и урожайность томатов. На основании литературных источников количество растений на 1 м² огурца практически совпадает с количеством растений томата и в данной работе принимается 3,5 шт.

Исходные данные для расчёта несколько изменены в связи с измененным количеством питательных веществ в почве. Схема размещения смесительного оборудования однотипна с размещением оборудования при выращивании томатов. Участок орошения изменён, схема посадки продольная по грядкам (рис. 2).

Исходные данные для расчёта системы подачи птичьего помёта при выращивании огурцов во втором обороте приведены в табл. 8.

Таблица 8 - Исходные данные для расчёта системы подачи птичьего помёта при выращивании огурца во втором обороте

| № | Показатели | Обозначение | Численные значения | Ссылка на источник |
|---|---|--------------|--------------------|---------------------------|
| 1 | Площадь орошаемого экспериментального участка | F | 0,23 | Экспериментальный участок |
| 2 | Обеспеченность почвы (кг/га) | | | Лаборатория РосНИИПМ |
| | азотом | P_a | 25,4 | |
| | фосфором | P_{ϕ} | 160,0 | |
| | калием | P_k | 635,0 | |
| 3 | Гумус, % | - | 4,2 | |
| 4 | Коэффициент использования питательных веществ из почвы | K_a | 0,20 | [11] |
| | | K_k | 0,30 | |
| | | K_{ϕ} | 0,10 | |
| 5 | Коэффициент использования питательных веществ из помёта | N_{Ia} | 0,65 | [2,3] |
| | | K_{Ik} | 0,50 | |
| | | $P_{I\phi}$ | 0,55 | |
| 6 | Содержание питательных веществ (N, P, K) в разбавленном (1:1) птичьим помёте, % (N, P, K) | N_a | 0,35 | Лаборатория РосНИИПМ |
| | | N_{ϕ} | 1,2 | |
| | | N_k | 1,2 | |
| 7 | Вынос питательных веществ с 1 т урожая огурцов, кг/га | B_a^y | 4,8 | Лаборатория РосНИИПМ |
| | | B_{ϕ}^y | 4,1 | |
| | | B_k^y | 3,5 | |

Исходные данные по остальным параметрам прежние, как и при выращивании томатов в первом обороте (табл. 9, 10).

Таблица 9 – Содержание питательных веществ в почве перед вторым оборотом

| № пробы | Глубина, см | Результаты анализа | | | |
|---------|-------------|-----------------------|--------------|---------------|----------|
| | | Нитратный азот, мг/кг | Калий, мг/кг | Фосфор, мг/кг | Гумус, % |
| 1 | 0-10 | 20,1 | 630,0 | 123,4 | 3,50 |
| 2 | 0-10 | 25,0 | 540,2 | 140,0 | 3,80 |
| 3 | 10-20 | 30,2 | 620,0 | 142,0 | 3,80 |
| 4 | 10-20 | 28,1 | 420,0 | 130,2 | 3,00 |
| 5 | 20-30 | 18,0 | 380,0 | 115,8 | 3,00 |
| 6 | 20-30 | 17,6 | 364,0 | 110,0 | 2,90 |

Таблица 10 - Содержание питательных веществ в птичьем помёте разбавленном 1:1 при 30 суточной выдержке

| № про- бы | Результаты анализа | | | |
|--------------|--------------------|----------|-----------|----------|
| | Азот общий, % | Калий, % | Фосфор, % | Гумус, % |
| 1 | 0,30 | 0,70 | 2,2 | 5,60 |
| 2 | 0,28 | 0,65 | 1,0 | 6,30 |
| 3 | 0,26 | 0,80 | 1,2 | 6,35 |
| 4 | 0,25 | 0,60 | 1,2 | 6,54 |
| 5 | 0,28 | 0,62 | 1,0 | 6,10 |
| 6 | 0,28 | 0,65 | 1,0 | 6,10 |

Расчёт влияния количества растений выращиваемых огурцов на подсысываемый смесителем расход помёта приведен в табличной форме (табл. 11).

По проведенным расчётам величины подаваемого птичьего помёта определено необходимое количество птичьего помёта на планируемый урожай при высадке от 1 до 35 тыс. кустов огурцов. При высадке огурцов смеситель и его параметры нет необходимости изменять, т.к. его замена увеличит стоимость системы смешения.

Совершенно очевидно, что при удобрительных поливах может наблюдаться дефицит подачи питательных веществ по фосфору и калия, которые необходимо вносить дополнительно с помощью фосфорных и калийных удобрений.

Из приведенных таблиц видно, что при выращивании томатов как фосфорных, так и калийных питательных веществ в помёте избыток (при расчёте по азоту). В данном случае при проведении расчёта по фосфору или калию мог бы наблюдаться дефицит азота. В данной работе такого вида расчёта не приводилось, т.к. он аналогичен проведённому расчёту по азоту. Аналогичная картина наблюдается и при расчёте подаваемого помёта при выращивании огурцов.

Таблица 11 - Влияния количества кустов выращивания огурцов во втором обороте на подсасываемый смесителем расход помета

| Количество высаживаемых кустов n, тыс. шт. | Принятый суммарный расход смесителя Q ₂ , кг/с Из расчета 5 кг/ч на куст | Расход азота N ₂ в смеси Q ₂ при содержании 0,03% кг/с | Подсасываемый смесителем расход помета Q ₂ при содержании азота в смеси N=0,25%, кг/с | Коэффициент смешения, α ₀ | Площадь, занимаемая огурцом, м ² | Поливная масса азота M _{п.а.} , кг (при 8-ми кратном внесении) | Годовая масса подсасываемого помёта W _п , кг | Рабочий расход насоса нагнетателя Q ₀ , кг/с |
|--|--|--|--|--------------------------------------|---|---|---|---|
| 1,0 | 1,38 | 0,00041 | 0,16 | 0,13 | 1200 | 0,52 | 33,6 | 1,22 |
| 5,0 | 6,94 | 0,0020 | 0,80 | 0,11 | 6000 | 2,62 | 168,0 | 6,86 |
| 10,0 | 13,88 | 0,0041 | 1,64 | 0,13 | 12000 | 5,25 | 336,0 | 12,24 |
| 15,0 | 20,83 | 0,0062 | 2,48 | 0,13 | 18000 | 7,87 | 504,0 | 18,35 |
| 20,0 | 27,77 | 0,0083 | 3,32 | 0,13 | 24000 | 10,5 | 672,0 | 24,45 |
| 25,0 | 34,72 | 0,0104 | 4,16 | 0,13 | 30000 | 13,12 | 840,0 | 30,56 |
| 30,0 | 41,66 | 0,0124 | 4,80 | 0,13 | 36000 | 15,75 | 1008,0 | 36,86 |
| 35,0 | 48,61 | 0,0145 | 5,80 | 0,13 | 42000 | 18,37 | 1176,0 | 42,81 |
| | | | $Q_1 = \frac{N_2 \cdot 100}{0.25}$ | $\alpha_0 = \frac{Q_1}{Q_0}$ | | Вынос N = 4,8 кг/т 0,0042 кг/м ² | 0,0336 кг/м ² | |

На основании вышеизложенного сделаны выводы:

1. На основании проведенных расчетов по величинам подаваемого помёта видно, что при выращивании томата и огурца все полученные гидравлические и геометрические параметры системы смешения приемлемы для мелких фермерских хозяйств и наблюдаются при суммарном расходе подаваемой смеси ~5 л/ч, содержании азота в подсасываемом помёте 0,4% и смеси помёта с водой 0,04%, поливная масса азота для количества кустов от 1 до 35 тыс. шт. колеблется от 0,5 до 18,37 кг при этом годовая масса помёта составляет 33,6-1176 кг.

2. На основании данных по величинам коэффициентов гидравлических сопротивлений элементов смесителя – сопла $\zeta_0 = 0,1$, камеры смешения $\zeta_2 = 0,4$ и диффузора $\zeta_d = 0,25$ проведен расчёт диаметров напорных трубопроводов, приведённого напора смесителя $H_{ГПР}$, скорости истечения потока из сопла смесителя, диаметров насадков и камеры смешения.

По расчетным величинам рабочего расхода Q_0 для томатов от 1,24 до 43,75 кг/с, огурцов от 1,22 до 42,88 кг/с и напоров рабочего расхода H_y имеется возможность подбора центробежных насосов на весь объём выращиваемых культур.

4. По полученным расчётным данным по величинам напора насоса, напора смесителя, напора на входе в смеситель и напора в ёмкости постоянного давления получена возможность на назначения величин факторов при натурных испытаниях системы орошения и проверки расчётных данных с помощью полученных экспериментальных величин.

Литература

1. Бондаренко А.М. Некоторые вопросы исследования процесса обезвоживания навозных стоков ленточным вакуум-фильтром // Сборник научных трудов / ВНИИМЖ. – Подольск, 1979. – С. 47-52.
2. Варнава А.П. Удобрение огурцов и томатов при капельном орошении в условиях защищенного грунта: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Краснодар, 1979. – 21 с.

3. Дахер А.А. Режим водопотребления томатов и огурцов при капельном орошении в условиях защищенного грунта: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Волгоград, 1979. – 22 с.
4. Дегтярева К.А. Технология подготовки птичьего помёта для орошения овощных культур в условиях защищённого грунта : дис. ... канд. техн. наук. – Новочеркасск, 2013. - 131 с.
5. Особенности водного режима почвы при капельном орошении сельскохозяйственных культур / Н.Н. Дубенок, В.В. Бородычев, М.Н. Лытов, О.А. Белик. // Достижения науки и техники АПК. – 2009. - № 4. – С. 22-24.
6. Кузнецов Е.В. Элементы теории капельного режима орошения и назначения величины поливной нормы // Актуальные вопросы водной мелиорации на Кубани: сб. ст. / КГАУ. – Краснодар, 1996. – Вып. 352 (380). – С. 15-21.
7. Использование дождевальной техники для внесения жидкого навоза / И.И. Кузьменко, В.Г. Фарносов, Д.М. Сандитурский, А.М. Буцыкин // Гидротехника и мелиорация. – 1980. - № 8. – 35 с.
8. Маланчук З.Р. Гидравлические расчеты трубопроводов систем капельного орошения: автореф. дис. ...канд. техн. наук. – Минск, 1980. – 25 с.
9. Методические рекомендации по комплексной оценке мелиоративного состояния и плодородия орошаемых земель в степной и сухостепной зонах Северного Кавказа. / ЮжНИИГиМ. – Новочеркасск, 1987. – 26 с.
10. Налимов В.П., Чернова Н.А. Статистические формы и матрицы. – М.: Наука, 1972. – 54 с.
11. Орошаемое земледелие в Ростовской области : справочные материалы / Минводхоз РСФСР. – М., 1986. – 84 с.
12. Пантелеева Е.И., Жежель Н.Г. Агрехимия. – Л.: Колос, 1966. – С. 131-174.
13. Сербинов А.В., Скобелицин Ю.А., Кулинич И.А. Рекомендации по проектированию систем капельного орошения виноградников / Кубанский СХИ. – Краснодар, 1982. – С. 5-14.
14. Сигаев Е.С. Промышленная технология в овощеводстве. – М.: Колос, 1979. – 414 с.
15. Справочник овощевода / Россельхозиздат. - М., 1985. – 240 с.
16. Экспериментальные исследования по влиянию режима капельного орошения на качество и количество сладкого стручкового перца, выращиваемого в неотопливаемых пленочных парниках в условиях Болгарии // Инженерно-техническое обеспечение АПК. – 2009. - № 1. – С. 238-239.
17. Ясонида О. Е. Агротехническая и экологическая оценка способов орошения. // Мелиорация антропогенных ландшафтов: межвуз. сб. тр. / НГМА. – Новочеркасск, 1997. – Т. 3. - С. 3-11.

References

1. Bondarenko A.M. Nekotorye voprosy issledovaniya processa obezvozhivaniya navoznyh stokov lentochnym vakuum-fil'trom // Sbornik nauchnyh trudov / VNIIMZh. – Podol'sk, 1979. – S. 47-52.
2. Varnavas A.P. Udobrenie ogurcov i tomatov pri kapel'nom oroshenii v uslovijah zashhishhennogo grunta: avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk. – Krasnodar, 1979. – 21 s.
3. Daher A.A. Rezhim vodopotrebleniya tomatov i ogurcov pri kapel'nom oroshenii v uslovijah zashhishhennogo grunta: avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk. – Volgograd, 1979. – 22 s.
4. Degtjareva K.A. Tehnologija podgotovki ptich'ego pomjota dlja oroshenija ovoshhnyh kul'tur v uslovijah zashhishhjonnoogo grunta : dis. ... kand. tehn. nauk. – Novoчеркассk, 2013. - 131 s.

5. Osobennosti vodnogo rezhima pochvy pri kapel'nom oroshenii sel'skhozjajstvennyh kul'tur / N.N. Dubenok, V.V. Borodychev, M.N. Lytov, O.A. Belik. // Dosti-zhenija nauki i tehniki APK. – 2009. - № 4. – S. 22-24.
6. Kuznecov E.V. Jelementy teorii kapel'nogo rezhima oroshenija i naznachenija velichiny polivnoj normy // Aktual'nye voprosy vodnoj melioracii na Kubani: sb. st. / KGAU. – Krasnodar, 1996. – Vyp. 352 (380). – S. 15-21.
7. Ispol'zovanie dozhdeval'noj tehniki dlja vnesenija zhidkogo navoza / I.I. Kuz'menko, V.G. Farnosov, D.M. Sanditurskij, A.M. Bucykin // Gidrotehnika i melioracija. – 1980. - № 8. – 35 s.
8. Malanchuk Z.R. Gidravlicheskie raschety truboprovodov sistem kapel'nogo oroshenija: avtoref. dis. ...kand. tehn. nauk. – Minsk, 1980. – 25 s.
9. Metodicheskie rekomendacii po kompleksnoj ocenke meliorativnogo sostojanija i plodorodija oroshaemyh zemel' v stepnoj i suhostepnoj zonah Severnogo Kavkaza. / JuzhNIIGiM. – Novochoerkassk, 1987. – 26 s.
10. Nalimov V.P., Chernova N.A. Statisticheskie formy i matricy. – M.: Nauka, 1972. – 54 s.
11. Oroshaemoe zemledelie v Rostovskoj oblasti : spravocnyje materialy / Min-vodhoz RSFSR. – M., 1986. – 84 s.
12. Panteleeva E.I., Zhezhel' N.G. Agrohimiya. – L.: Kolos, 1966. – S. 131-174.
13. Serbinov A.V., Skobelicin Ju.A., Kulinich I.A. Rekomendacii po proektirovaniju sistem kapel'nogo oroshenija vinogradnikov / Kubanskij SHI. – Krasnodar, 1982. – S. 5-14.
14. Sigaev E.S. Promyshlennaja tehnologija v ovoshhevodstve. – M.: Kolos, 1979. – 414 s.
15. Spravochnik ovoshhevoda / Rossel'hozizdat. - M., 1985. – 240 s.
16. Jeksperimental'nye issledovanija po vlijaniju rezhima kapel'nogo oroshenija na kachestvo i kolichestvo sladkogo struchkovogo perca, vyrashhivaemogo v neotaplivaemyh plenocnyh parnikah v uslovijah Bolgarii // Inzhenerno-tehnicheskoe obespechenie APK. – 2009. - № 1. – S. 238-239.
17. Jasonidi O. E. Agrotehnicheskaja i jekologicheskaja ocenka sposobov oroshenija. // Melioracija antropogennyh landshaftov: mezhvuz. sb. tr. / NGMA. – Novochoerkassk, 1997. – T. 3. - S. 3-11.