

Тема **РАСЧЕТ ПРИГОДНОСТИ СТОЧНЫХ ВОД АПК ДЛЯ ОРОШЕНИЯ**

Цель занятия. Расчет пригодности сточных вод АПК для орошения

Методическое обеспечение.

1. Пособие

Содержание задания и методические рекомендации

Почва представляет собой полидисперсную систему. Она содержит как минеральные, так и органические вещества. В результате физических и химических процессов выветривания твердых пород образуются минеральные частицы различной величины, которые разрыхляются водой, льдом, ветром и участвуют в формировании почвы. Органическая часть почвы состоит из остатков растений, животных и микроорганизмов, которые подвергаются микробиологическим процессам. Из переработанных таким образом органических материалов создается гумус. Как неорганические, так и органические материалы образуют частицы различной величины, между которыми имеются пустоты, обеспечивающие почве пористость. Поры заполняются воздухом, а частично водой.

Сущность почвенной очистки сточных вод заключается в использовании поглощательной способности почвы – механической, физической, физико-химической, химической и биологической.

Очищенные (или подготовленные к сельскохозяйственной утилизации) сточные воды могут использоваться как для увлажнительных, так и удобрительно-увлажнительных поливов сельскохозяйственных культур.

Количество удобрительных элементов, содержащихся в животноводческих стоках, изменяется прямо пропорционально количеству сухого вещества:

$$M_c = \frac{C_c M_3}{C_3}, \quad (1)$$

где M_c , M_3 – количество удобрительных элементов соответственно в стоках и экскрементах, % общего объема стоков;

C_c , C_3 – содержание сухого вещества в стоках и экскрементах, % объема.

При разбавлении смеси экскрементов водой содержание элементов уменьшается согласно зависимости

$$K = \frac{K_1 W_1 + K_2 W_2}{W_1 + W_2}, \quad (2)$$

где K – концентрация расчетного элемента, кг/м³;

K_1 – концентрация элемента в смеси экскрементов, кг/м³;

K_2 – концентрация в воде, используемой для смыва и разбавления, кг/м³;

W_1 – объем смеси экскрементов, м³;

W_2 – объем воды, используемой для смыва или разбавления, м³.

Химический состав стоков свиноводческих комплексов как определяет их удобрительную ценность, так и характеризует последних как потенциальных загрязнителей окружающей среды.

Качественный состав стоков свиноводческих комплексов с точки зрения их удобрительной ценности можно охарактеризовать коэффициентом удобрительного потенциала:

$$K_{y.п} = 100 \frac{\sum B_i}{\sum C_i}, \quad (3)$$

где $K_{y.п}$ – коэффициент удобрительного потенциала, %;

ΣB_i – суммарная концентрация основных биогенных элементов (N, P, K), содержащихся в сточных водах, мг/л;

ΣC_i – суммарная концентрация всех биогенных элементов и солей, содержащихся в сточных водах, мг/л.

По удобрительному потенциалу сточные воды подразделяются на следующие группы:

– первая группа (высокая удобрительная ценность):

$$K_{y.п} > 20 \%;$$

– вторая группа (средняя удобрительная ценность):

$$K_{y.п} = 10-20 \%;$$

– третья группа (низкая удобрительная ценность):

$$K_{y.п} < 10 \%.$$

Наряду с характеристикой удобрительного потенциала при оценке качества сточных вод для полива необходимо учитывать также и целый ряд опасностей:

– натриевую – по соотношению

$$(Ca^{2+} + Mg^{2+}) / Na^+ \leq 60 \%;$$
 (4)

– магниевую – по соотношению

$$100 Mg^{2+} / (Ca^{2+} + Mg^{2+}) \leq 50 \%;$$
 (5)

– карбонатно-натриевую – по соотношению

$$CO_3^{2-} + HCO_3^- / (Ca^{2+} + Mg^{2+}) \leq 2,5 \text{ мг-экв/л};$$
 (6)

– ощелачивания – по соотношению

$$Na^+ / (Ca^{2+} + Mg^{2+}) \leq 0,7 \text{ мг-экв/л и}$$

$$Na^+ / Ca^{2+} \leq 1 \text{ мг-экв/л};$$
 (7)

– водородного числа – $pH > 8,5$.

Ориентировочные значения качественных показателей некоторых видов сточных вод, полученные с использованием зависимостей (3)–(7), приведены в табл. 1.

При определении пригодности сточных вод для орошения необходимо учитывать почвенные условия. Например, полив стоками с высоким содержанием взвешенного осадка в виде мелкодисперсного вещества тяжелых и бесструктурных почв может нарушить в увлажняемом почвенном профиле оптимальное соотношение между водой и воздухом, что повлечет за собой развитие нежелательных анаэробных процессов и резко ухудшит санитарно-гигиеническую обстановку орошаемых полей. Полив же такими водами легких песчаных почв будет способствовать уменьшению их водопроницаемости, оструктуриванию, повышению их влагоемкости. При орошении сельскохозяйственных культур хлоридно-натриевыми водами на карбонатных почвах с содержанием гипса менее 0,7 г/л будут интенсивно протекать процессы осолонцевания.

Т а б л и ц а 1 – Качественные показатели отдельных категорий сточных вод

Вид сточных вод	Коэффициент удобрительного потенциала $K_{в.п}$, %	Опасность		
		водородного числа рН	натриевая, %	магнeisвая, %
1. Стоки свинокомплекса:				
а) поступающие в РОС	33,8 (высокий)	7,65	2,7	29,4
б) на орошение	32,2 (высокий)	7,82	2,2	21,5
в) ливневой канализации	19,8 (средний)	7,7	2,7	18,4
г) хозяйственно-бытовые	19,9 (средний)	7,6	0,6	16,6
2. Стоки масло-сырзаводов	12,2 (средний)	6,9	2,1	22,5
3. Стоки сахарных заводов	10,3 (средний)	7,0	1,1	25,0
4. Стоки плодо-овощных консервных предприятий	5,9 (низкий)	7,3	0,8	47,0
Предельные значения	–	8,5	60	50

Важное экологическое значение при разработке технологии утилизации имеет микроэлементный состав сточных вод. Для сточных вод свиноводческих комплексов содержание соединений тяжелых металлов на различных этапах предварительной подготовки представлено в табл. .

Согласно анализу табл. 2, наибольшее количество соединений тяжелых металлов содержится в твердой фракции стоков. В жидкой фракции количество их соответственно меньше и не превышает предельно допустимых концентраций, установленных для сточных вод, рекомендуемых для полива сельскохозяйственных культур.

Для обоснования технологии утилизации сточных вод и оценки аварийных ситуаций, при которых загрязнения могут попадать в гидрографическую сеть, должна определяться их потенциальная загрязняющая способность.

Загрязняющие вещества представляют особую опасность, если их содержание превышает предельно допустимую концентрацию (ПДК). Очевидно, что количественной характеристикой загрязнения может служить величина

$$C_i - \text{ПДК}_i, \quad (8)$$

где C_i – концентрация i -го расчетного загрязнителя в сточной воде;

ПДК_i – предельно допустимая концентрация этого загрязнителя в природной воде.

Тогда количество природной воды V_{ni} , необходимое для разбавления i -го расчетного загрязнителя до величины ПДК, составит

$$V_{ni} = \frac{C_i - \text{ПДК}_i}{\text{ПДК}_i}. \quad (9)$$

Однако гидрохимический режим водоприемников формируется как в ходе естественно-исторических процессов, так и в результате антропогенной деятельности. Это обуславливает наличие в них некоторой фоновой концентрации загрязняющих веществ. Поэтому выражение (1.9) можно представить в виде

$$V_{pi} = \frac{C_i - ПДК_i}{ПДК_i - C_{п.в}}, \quad (10)$$

Т а б л и ц а 2– Содержание тяжелых металлов в стоках свиноводческого комплекса (РСУП СГЦ «Заднепровский», Витебская область)

Наименование проб	Cu	Zn	Pb	Cd
Цех разделения на фракции				
Твердая фракция, мг/кг в с. в.:				
валовые формы	39,8	327,8	5,0	0,26
подвижные формы	31,6	295,0	2,4	0,22
Жидкая фракция, мг/л:				
фильтрат	0,0505	0,1607	0,0077	0,0030
осадок	0,1002	0,4044	0,0044	0,0004
Резервуары осветленных стоков (РОСы)				
Секция № 1:				
фильтрат, мг/л	0,0325	0,0723	0,0075	0,0024
осадок, мг/л	0,2475	0,7649	0,0067	0,0010
Секция № 2:				
фильтрат, мг/л	0,0081	0,0557	0,012	0,0029
осадок, мг/л	0,2818	1,1102	0,0088	0,0012
Пруд условно чистой воды:				
фильтрат, мг/л	0,0025	0,0055	0,0042	0,0007
осадок, мг/л	0,0007	0,0014	0,0009	0,00003

где V_{pi} – коэффициент потенциальной загрязняющей способности стоков, равный объему природной воды, загрязняемой сточными водами при их сбросе в природные воды, доли от объема сбрасываемых стоков;

C_i – количество расчетного загрязнителя в сточных водах;

$C_{п.в}$ – количество расчетного загрязнителя в природной воде (фон);

$ПДК_i$ – предельно допустимая концентрация расчетного загрязнителя в природной воде.

Вместе с тем следует отметить, что использование выражения (10) имеет свои особенности, которые заключаются в учете его граничных условий. При этом возможны следующие случаи:

1. При $C_{п.в} \geq ПДК_i$ выражение (10) дает неопределенность, смысл которой заключается в том, что водоприемник загрязнен расчетным i -м загрязнителем выше ПДК и сброс сточных вод в него недопустим.

2. Если $C_i \leq ПДК_i$, то сброс сточной воды с малой концентрацией i -го загрязнителя не приводит к значительному ухудшению экологического состояния водоприемника.

3. При $C_i < C_{п.в}$ экологические условия водоприемника улучшаются.

Кроме вышесказанного необходимо отметить также и то, что формула (10) дает возможность выполнить расчеты с некоторым экологическим запасом, поскольку не учитывает способности водоприемника к самоочищению в результате жизнедеятельности растений-

макрофитов, водорослей, бактерий и т. д. Поэтому уравнение (10) можно записать в следующем виде:

$$V_{\text{н}} = K_i \frac{C_i - \text{ПДК}_i}{\text{ПДК}_i - C_{\text{п.в}}}, \quad (11)$$

где K_i – коэффициент, характеризующий способность водоприемника к самоочищению.

Величина коэффициента K_i меньше единицы и зависит от наличия в водоприемнике макрофитов, водорослей, бактерий и т. д., которые участвуют в процессах естественно-биологической очистки.