

хлопьями гидроксида железа. При длительном хранении осадок переходит из аморфного состояния в кристаллическое. Хлопья осадка при этом укрупняются, что приводит к увеличению пористости осадка и улучшению его водоотдающей способности.

Удельное сопротивление определялось на лабораторном стенде при вакууме, равном 0,025 МПа. Объем образующегося фильтрата определялся каждые 30 с. Удельное сопротивление осадка станций обезжелезивания составляет $40 \cdot 10^{10}$ см/г, при обработке промывной воды серно-кислым алюминием и натрием фосфорнокислым оно снижается до $20 \cdot 10^{10} \dots 15 \cdot 10^{10}$ см/г, влажность осадка снижается до 70...80 %. Такой осадок легко отделяется, а при дальнейшем фильтровании растрескивается. Чем выше удельное сопротивление, тем осадок хуже фильтруется и тем больше требуется времени для достижения предельной концентрации. В осадке, образующемся при реагентном осаждении, уменьшается содержание связанной воды, в связи с чем предельная концентрация сухого вещества возрастает.

Эффективность обезвоживания осадка промывных вод определялась на действующей модели центрифуги. Способность осадков к разделению определяется индексом центрифугирования I . Чем ниже I , тем эффективнее процесс центрифугирования. Индекс центрифугирования определялся при частоте оборотов ротора 2000 об/мин при $\Phi=5600$ в течение времени 120 с. Индекс центрифугирования уменьшается с $10 \dots 12$ см³/г для осадков при безреагентном осветлении промывных вод до $4 \dots 7$ см³/г для осадков, образующихся при осветлении промывных вод реагентным осаждением, что позволяет увеличить эффективность задержания сухого вещества. При центрифугировании влажность осадка снижается с 99 % до 87...90 %, наблюдается вынос взвешенных веществ с фугатом, чего не происходит при вакуум-фильтровании. Сравнивая параметры процесса обезвоживания на центрифуге и вакуум-фильтре можно сделать вывод, что наиболее эффективным является вакуум-фильтр. Влажность осадка при вакуум-фильтровании снижается до 75...80 %, при этом не требуется предварительная подготовка осадка к обезвоживанию, так как после обработки промывных вод реагентным осаждением образуется уже скоагулированный осадок.

К достоинствам применения механических аппаратов для обезвоживания осадков станций обезжелезивания можно отнести следующие: осадок может уплотняться независимо от климатических и эксплуатационных условий, сравнительно небольшие капитальные затраты, быстрое использование, не требующее накопления осадка, простота обслуживания, автоматизация процесса обезвоживания.

УДК 628.356

БАХУР Т.Н.

Научный руководитель: доцент Урецкий Е.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА УДАЛЕНИЯ ИОНОВ АММОНИЯ ИЗ СТОЧНЫХ ВОД ЖИВОТНОВОДЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

1. Цель научно-исследовательской работы и постановка задачи

Цель научно-исследовательской работы - найти в технологическом отношении относительно простой, но в то же время эффективный метод удаления аммонийного азота, а также способ максимального извлече-

ния и утилизации в качестве удобрений органических веществ и биогенных элементов, содержащихся в сточных водах.

В связи с этим необходимо изучить возможность применения реagentного метода удаления аммонийного азота для очистки сточных вод наиболее опасного из всех животноводческих комплексов в экологическом отношении - свиноводческого комплекса.

В дальнейшем, при получении обнадеживающих результатов:

- установить основные закономерности, оптимальные условия и эффективность процесса предварительного реagentного удаления аммонийного азота из сточных вод;
- определить оптимальные технологические параметры процесса совместной физико-химической и биологической очистки сточных вод свиноводческих комплексов;
- разработать рекомендации по расчету и проектированию сооружений для комбинированной физико-химической и биологической очистки сточных вод подобных комплексов.

2. Физико-химические исследования процесса удаления ионов аммония из сточных вод животноводческого комплекса

Исследования проводилось на установке, приведенной на рис.1.

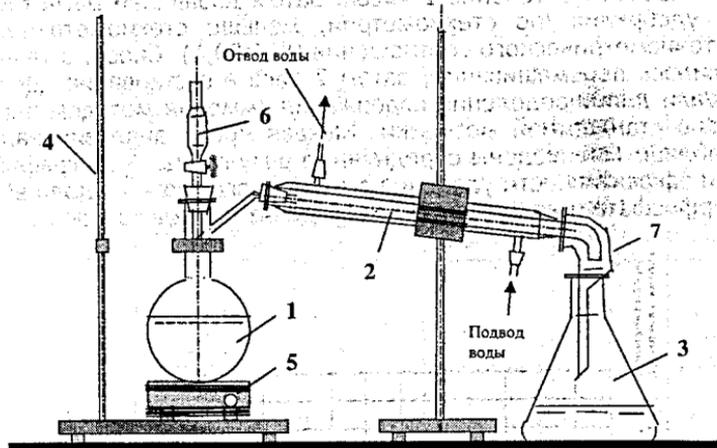


Рис.1 Установка для определения аммонийного азота в сточных водах

- 1 - колба Вюрца; 2 - холодильник Либиха;
- 3 - коническая плоскодонная колба V=250 мл;
- 4 - штативы; 5 - электроплитка; 6 - делительная воронка; 7 - алонж.

Для исследования были взяты сточные воды свинокмплекса "Беловежский" Брестской области. Характеристики исходной пробы: цвет темно-зеленый, бутылочного стекла, жидкость непрозрачная, с сильным запахом, pH= 7,0, концентрация ионов аммония $\text{NH}_4^+ = 1200$ мг/л (осредненный результат из трех проведенных определений).

Определение содержания ионов NH_4^+ в сточных водах выполнялось согласно стандартной методики. В качестве реagentа был использован двойной суперфосфат $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ (удобрение) с содержанием активного продукта PO_4^{3-} (40%) и оксид магния MgO х.ч.

Перед началом экспериментов были определены стехиометрические доли магния Mg^{2+} и ортофосфата PO_4^{3-} , необходимые для связывания одного иона аммонийного азота NH_4^+ . Весовые части для

$$M_{Mg} = 24; M_{PO_4^{3-}} = 94; M_{NH_4^+} = 18; M_{Mg}/M_{NH_4^+} = \frac{24}{18} = 1,41$$

$$M_{PO_4^{3-}}/M_{NH_4^+} = \frac{94}{18} = 5,52$$

По стехиометрии соотношение $NH_4^+ : PO_4^{3-} = 1:5,22$. С учетом 40% активности удобрения по PO_4^{3-} это соотношение увеличивается в

$$\frac{100\%}{40\%} = 2,5$$

раза, т.е. $NH_4^+ : PO_4^{3-} = 1:13$. Для экспериментов с превышением стехиометрии в 1,2 раза соотношение $NH_4^+ : PO_4^{3-} = 1:15,7$.

В первой серии опытов исследовалась зависимость снижения концентрации аммонийного азота в пробе сточных вод от объема (доли) введенного реагента при pH 9 - 9,5.

Применялись порошкообразные MgO и удобрение (гранулы двойного суперфосфата растирались в ступке до порошка). После достижения заданной величины pH в пробе с помощью MgO смесь перемешивалась на магнитной мешалке в течение 2 часов. Затем добавляли расчётное количество удобрения (по стехиометрии, меньше стехиометрического, больше стехиометрического соотношения $NH_4^+ : PO_4^{3-}$). Снова, в течение 2 часов, длилось перемешивание, затем 2 часа - отстаивание. Декантат использовали для определения содержания аммония методом перегонки согласно стандартной методики. Каждая проба анализировалась 3 раза. В таблице 1 приведены осреднённые результаты; а на графике зависимости эффективности удаления аммонийного азота от доли внесённого суперфосфата (рис.2) использованы данные каждого опыта.

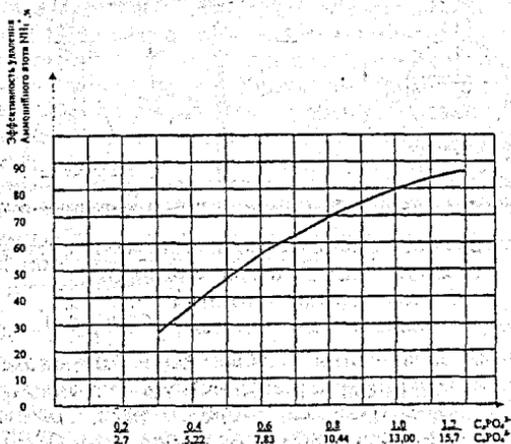


Рис.2 Зависимость удаления аммонийного азота от доли введённого двойного суперфосфата

Примечания: $C_d PO_4^{3-}$ - доля PO_4^{3-} от стехиометрической
 $C_b PO_4^{3-}$ - отношение весовой части продукта
к 1 весовой части NH_4^+

Таблица 1. Зависимость удаления аммонийного азота от доли введённого двойного суперфосфата (среднённые показатели)

№№ п/п	рН исходной пробы	Концентрация Ионов NH_4^+	Доля стехеометрическая	MgO весовая	рН после введения MgO	Доля PO_4^{3-}		рН после отстаивания	Концентрация Ионов NH_4^+	Эффективность удаления ионов NH_4^+ %
						Стехиометрическая	Весовая			
T.1	7,0	1190	1	2	7,0	0,34	4,5	7,0	840	27 30 33
T.2	7,0	1244	2,55	5,1	9,2	0,84	11	8,45	317	72,5 75 77,5
T.3	7,0	1200	2,5	5	9,2	1,0	13	7,76	216	80,5 82 83,5
T.4	7,0	1200	2,5	5	9,25	1,2	15,7	7,62	187	84,5 85,5 88

*Численные данные эффективности удаления ионов NH_4^+ из сточной воды указаны по результатам проведённых опытов

Наблюдения за изменениями характеристик сточной воды в процессе обработки показали:

- цвет при введении реагентов менялся от белого до желтого. Цвет раствора обуславливался тонкодисперсной взвесью MgO ;

- отстоенный раствор - прозрачный;

- частицы осадка уплотнились течением времени. При этом объем осадка уменьшался с 34 % от общего объема пробы после первых двух часов отстаивания, до 27 % после четырех часов отстаивания. Осадок оказался трудно фильтруемый;

- значения pH менялись от 9,2 до 7,7 после отстаивания;

- запах ослабел в значительной степени;

- с увеличением дозы реагента в 2 раза концентрация ионов NH_4^+ снизилась по сравнению с исходной с 1,2 г/л до 0,2 г/л; эффект удаления ионов NH_4^+ до 86 % в среднем.

3. Выводы

1. Проведенные исследования подтверждают возможность эффективного удаления аммонийного азота (более 80%) с помощью предварительной реагентной очистки.

2. Обработанные стоки хорошо осветляются. При этом в осадок выпадает магний-аммоний ортофосфат ($MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$ - комплексное минеральное удобрения, широко используемое под все сельскохозяйственные культуры.

3. Для извлечения аммония требуется значительное количество реагентов, однако эти реагенты, обогащенные аммонием, практически полностью могут быть извлечены и в дальнейшем использованы в качестве более ценного минерального удобрения.

Проведенные исследования - поисковые. Они не позволяют определить оптимальные параметры процесса предварительной физико-химической обработки стоков животноводческих комплексов. Необходимы дополнительные углубленные исследования для уточнения оптимальных величин pH, доз реагентов, определения необходимых стадий процесса и возможности их объединения в одном сооружении, величин снижения ХПК, БПК, $BPK_{пол}$, фильтруемости осадка, выяснения степени негативного влияния на процесс ионов железа, алюминия и кальция.

Без решения вопросов, поставленных выше, невозможно разработать технологические схемы, аппаратурное оформление и проектные предложения.

УДК 628.356

БАХУР Т.Н.

Научный руководитель: доц. Урецкий Е.А.

К ВОПРОСУ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ЖИВОТНОВОДЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

В Республике Беларусь построено и эксплуатируется большое количество животноводческих комплексов, основанных на применении прогрессивных поточных технологий производства мяса. Применяемое при этом гидросмывное удаление навоза из животноводческих помещений привело к образованию значительных объемов высоко концентрированных навозных сточных вод, представляющих серьезную опасность для окружающей природной среды. Так по данным [1], ежегодно животноводческие комплексы республики вносят в окружающую среду 45-40