

не создает значительных потерь давления, как при большем коэффициенте. Это является отличным показателем гидравлической устойчивости системы отопления!

Таблица 4 – Расходы теплоносителя в опыте № 2 при  $K3 = 0,2$

Общий расход всей системы Гобщ, л/ч	Расход первого радиатора отопления G1, л/ч	Расход второго радиатора отопления G2, л/ч	Расход третьего радиатора отопления G3, л/ч	Общий расход всей системы Гобщ, л/ч
400	80	80	80	400
380	–	75	75	380
380	–	–	75	380

Таким образом, мы экспериментально доказали, что однотрубная система отопления при небольшом коэффициенте затекания может быть подвержена вмешательству жильцов без негативных последствий для её работы.

#### Список цитированных источников

1. Новосельцев, В.Г. Методические указания для курсового проектирования по дисциплине "Отопление" на тему "Отопление и вентиляция жилого дома" для студентов специальности 1-70 04 02, 2019 / В. Г. Новосельцев, Д. В. Новосельцева. – Брест : БрГТУ, 2019.
2. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: СН 4.02.03–2019 – Минск, 2019.

УДК 66.067

*Добрунов А. Е.*

*Научный руководитель: к. т. н., доцент Левчук Н. В*

### ИССЛЕДОВАНИЕ КОАГУЛИРУЮЩИХ СВОЙСТВ ПОЛИОКСИХЛОРИДА АЛЮМИНИЯ

В настоящее время алюминийсодержащие коагулянты различного состава ( $Al(OH)_aCl_b$ ,  $Al_2(OH)_aCl_{(6-a)}$ ), в зависимости от способа и режима производства, а также стоимости, получили широкое распространение в нашей стране, России и Европе. При выборе неорганического коагулянта одним из важных факторов в процессе коагуляции является его основность, а также условия и способ его введения в обрабатываемую сточную воду [1].

Под основностью понимают процентное отношение содержания  $OH^-$  к  $Al^{3+}$  в товарном продукте. Доля гидроксильных групп от общего числа анионов может находиться в пределах от 20 % (коагулянт серии KEMIRA PAX 20) до 60–80 % (коагулянты торговых марок «АКВА-АУРАТ<sup>тм</sup>» (ОАО «Химический завод им. П. Л. Войкова»), «РАХ – 18», «РАС» (Kemira), «Полвакт<sup>тм</sup>» (ОАО «Пологовский химический завод «Коагулянт»). Высокой коагулирующей способностью обладают оксихлориды (ОХА) и гидроксихлориды алюминия (ГОХА) производства ОАО «Сорбент».

На предприятии в качестве реагента-коагулянта для очистки исследуемых сточных, образующихся при солении рыбы (тузлук), и промывных сточных вод, используется коагулянт серии KEMIRA PAX 20.

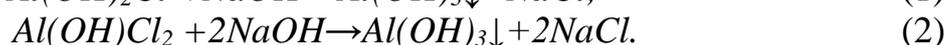
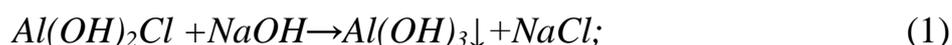
В процессе технологии очистки производственных сточных вод предприятия по переработке рыбы и морепродуктов, в частности процесса коагуляции, используется раствор полиоксихлорида алюминия с представленными характеристиками (табл.1.):

Таблица 1 – Физикохимические характеристики коагулянта  $Al(OH)_aCl_b$

Показатели	Содержание
Хлорид полиалюминия	24–26 %
$Al^{3+}$	5,9 %
$Al_2O_3$	11,1 %
Хлориды ( $Cl^-$ )	18 %
Основность	20 %
Плотность (20 <sup>0</sup> С)	1,27г/см <sup>3</sup>
pH (20 <sup>0</sup> )	1,5

Поскольку полиоксихлорид алюминия относится к коагулянтам, образованным сильными кислотами, при их диссоциации в воде образуются ионы  $H^+$ , однако при дозировании коагулянта значение pH сточной воды практически не изменяется. Необходимо учитывать следующее, сточная вода имеет кислую среду, а при избытке  $H^+$  диссоциация кислых солей идет плохо, что замедляет процесс образования коллоидного гидроксида алюминия и, как следствие, хлопьев. Таким образом, для улучшения процессов гидролиза и образования хлопьев гидроксида алюминия, сточную воду необходимо подщелачивать. На предприятии в сточную воду дозируется 50 % раствор щелочи, контроль дозы производится по pH сточной воды. По нормативам качества сточных вод, отводимых в сеть бытовой канализации, pH не должно превышать 8,5.

Для обоснования дозы коагулянта нами были произведены стехиометрические расчеты по уравнениям реакций (формула 1, 2)



В соответствии с расчетами установлено, что для более полного образования гидроксида алюминия, являющегося основой формирования более крупных агрегатов в процессе коагуляции, доза 50 % раствора щелочи, приходящаяся на 1 л. 20 % раствора  $Al(OH)_2Cl$  должна составлять 142 см<sup>3</sup>. Такое соотношение раствора коагулянта и щелочи должно быть учтено при их дозировании в сточную воду, независимо от pH сточной воды.

Некоторая часть катионов, образующихся при гидролизе, расходуется на дестабилизацию отрицательно заряженных коллоидов сточной воды. Кроме того, образующиеся в результате гидролиза основных солей формы катионов  $Al(OH)^{2+}$ ,  $Al(OH)_2^+$  и гидроксида  $Al(OH)_3$ , так же вызывает коагуляцию отрицательно заряженных коллоидов загрязнений.

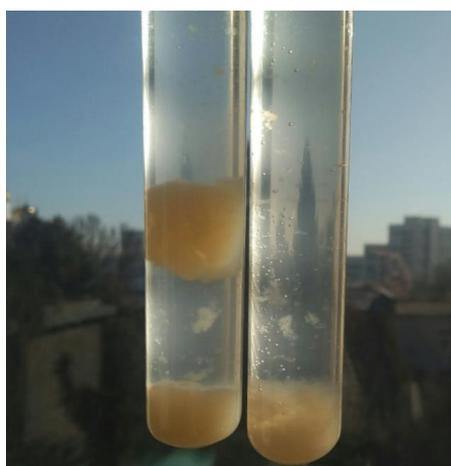
На втором этапе коагуляции гидроксиды алюминия формируют хлопья, связывающие грубодисперсные частицы. Коагуляция обеспечивает разрушение коллоидов, образование нерастворимых соединений и хлопьеобразование (рис. 1). Хлопья обладают достаточно большой гидравлической крупностью и разветв-

ленной поверхностью, что позволяет им включать в свой состав высокодисперсные примеси.



*Рисунок 1 – Процесс хлопьеобразования, в обрабатываемой сточной воде при добавлении коагулянта*

Завершением процесса коагуляции является образование осадка.



*Рисунок 2 – Образование осадка в процессе седиментации*

На предприятии процесс удаления осадка производится с использованием флотаторов, далее образующийся осадок поступает в центрифугу, где происходит его обезвоживание.



*Рисунок 3 – Флотатор – УФАР – РодолитАква*

На предприятии дозирование коагулянта, щелочи и флокулянта во флотатор производится одновременно в трубопровод подачи сточной воды. Процесс смешивания сточной воды и реагентов осуществляется в циркуляционном трубопроводе, непосредственно перед входом во флокамеру. В процессах технологии коагулирования важное значение имеет способ введения коагулянта в воду, к таким способам относятся фракционированное, концентрированное и прерывистое коагулирование [2].

Для каждого из представленных способов введения реагентов необходимо учитывать конструкционные особенности флотаторов.

При введении рассчитанного количества реагентов необходимо провести ряд экспериментальных исследований, позволяющих определить оптимальные условия их введения в обрабатываемую воду.

#### **Список цитированных источников**

1. Воловник, Г. И. Водоотведение промышленных предприятий : учеб. пособие / Г. И. Воловник, Л. Д. Терехов, Е. Л. Терехова. – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2008. – 411 с.
2. Гришин, Б. М. Реагентная обработка поверхностных природных вод алюмосодержащими коагулянтами: моногр. / Б. М. Гришин [и др.]. – Пенза : ПГУАС, 2016. – 140 с.

УДК 628.179, УДК 628.387

*Жук В. В., Гнедько М. А.*

*Научный руководитель: к. т. н. Андреюк С. В.*

## **РАЗРАБОТКА ОБОРОТНЫХ СХЕМ В СИСТЕМАХ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

**Введение.** Обеспечение водой промышленных предприятий является одной из важных народнохозяйственных задач. В зависимости от вида производства тот или иной вид водопользования может быть преобладающим [1]. В последние годы прослеживается тенденция увеличения процента использования воды из природных источников в системах оборотного водоснабжения за счет разработки и использование оборотных схем в системах водного хозяйства промышленных предприятий [4]. На предприятиях в области машиностроения система оборотного водоснабжения дает возможность довести экономию потребления исходной (из источника водоснабжения) воды до 90 %, особенно в процессах гальванизации металлов. При этом вода используется повторно как для приготовления электролитных растворов, так и для промывки деталей. На предприятиях пищевой промышленности очищенную воду можно задействовать для промывания полуфабрикатов, а также в системах охлаждения как теплоноситель [2].

Целью выполненных научных исследований стало изучение прямоточных и оборотных схем в системах водного хозяйства промышленных предприятий на примере ОАО «Брестмаш», ОАО «Брестский мясокомбинат». Для достижения поставленной цели ставились следующие задачи исследования: