

УДК 628.147.23

**Д. А. БУТКО**

кандидат технических наук, доцент кафедры водоснабжения и водоотведения,  
декан факультета инженерно-экологических систем  
Ростовский государственный строительный университет

**В.А. ЛЫСОВ**

кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой водоснабжения и водоотведения  
Ростовский государственной строительный университет

**А.Б. РОДИОНОВА**

ассистент кафедры водоснабжения и водоотведения  
Ростовский государственный строительный университет

## ПРИМЕНЕНИЕ КОАГУЛЯНТОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПРОМЫВНЫХ ВОД СКОРЫХ ФИЛЬТРОВ

USE OF COAGULANTS FOR THE TREATMENT OF WASH WATER HIGH-RATE TRICKLING FILTERS

*Предложена классификация безреагентных и реагентных систем повторного использования промывных вод скорых фильтров. Установлены оптимальные дозы исследованных коагулянтов при одинаковых значениях критерия Кэмпна.*

**Ключевые слова:** промывные воды, водоподготовка, реагенты, оборот воды, фильтры, коагулянты, статобработка, оптимизация.

*The classification of reagent-free and reagent systems of wash water high-rate trickling filters' is proposed. Optimal doses of the examined coagulants with the same values of Camp criterion are set.*

**Key words:** wash waters, water treatment, reagents, water turnover, filters, coagulants, static treatment, optimization.

Применение систем повторного использования промывных вод (СПИПВ) скорых фильтров на станциях водоподготовки позволяют как минимум снизить затраты воды на собственные нужды и штрафные санкции за сброс неочищенных промывных вод.

Проведенный анализ литературных источников выявил ряд схем, сооружений и способов повторного использования промывных вод скорых фильтров. На их основании может быть предложена классификация СПИПВ скорых фильтров (рис.1), в основе которой лежит метод обработки промывных вод.

Безреагентные СПИПВ (левая ветвь) позволяют получать достаточно высокий эффект очистки (вплоть до питьевого качества воды), однако характеризуются длительностью времени отстаивания или необходимостью использования вспомогательных емкостей. СПИПВ такого вида требуют определения закономерностей осветления, позволяющих прогнозировать степень очистки или время для заданной степени очистки.

Недостаточное развитие получила правая ветвь реагентной обработки, что связано с пробле-

мами, возникающими при смешении реагента с водой и дополнительными затратами. Исследования в данном направлении кажутся весьма перспективными, так как во всех работах отмечалось более стабильное качество воды и значительное снижение времени осветления. СПИПВ без обработки привлекают своей простотой и возможностью интенсификации процесса коагуляции в основной схеме за счет введения дополнительной твердой фазы с некоторым содержанием основного реагента, хотя видится весьма проблематичной стабильность качества воды при нахождении ее в статическом состоянии. Использование систем взмучивания (циркуляция воды насосами, барботаж и т.п.) приводит к увеличению эксплуатационных расходов на СПИПВ и при сомнительной эффективности.

Обобщая литературный материал о схемах и методах очистки промывных вод скорых фильтров, можно сформулировать следующие положения:

- научных работ по СПИПВ скорых фильтров на настоящий момент достаточно немного и они не охватывают весь спектр источников водоснабжения и систем водоподготовки;

- состав загрязнений промывных вод скорых фильтров, образующихся на очистных сооружениях водопровода при осветлении и обесцвечивании вод южных рек, практически не изучен;
- вследствие недостаточной изученности процесса оборота промывных вод, а особенно влияния на осветление и обесцвечивание основного потока, большое число станций сбрасывают неочищенные воды в поверхностные водоемы;
- введение промывной воды в основной поток может неоднозначно повлиять на физико-химические и санитарно-эпидемиологические показатели смеси, а также потребовать корректировки доз применяемых реагентов.

Целью работы группы сотрудников кафедры водоснабжения и водоотведения РГСУ является разработка СПИПВ скорых фильтров для типичных станций водоподготовки юга России, работающих на источниках водоснабжения с водой средней и малой мутности. Наряду с другими задачами исследований сформулирована и решается задача выбора реагентов и их доз для СПИПВ скорых фильтров.

Для сравнения были выбраны следующие коагулянты:

1. «Полвак™ - 68» - гидроксихлорид алюминия производства ОАО «Пологовский химический завод «Коагулянт» (Украина, г. Пологи). Коагулянт

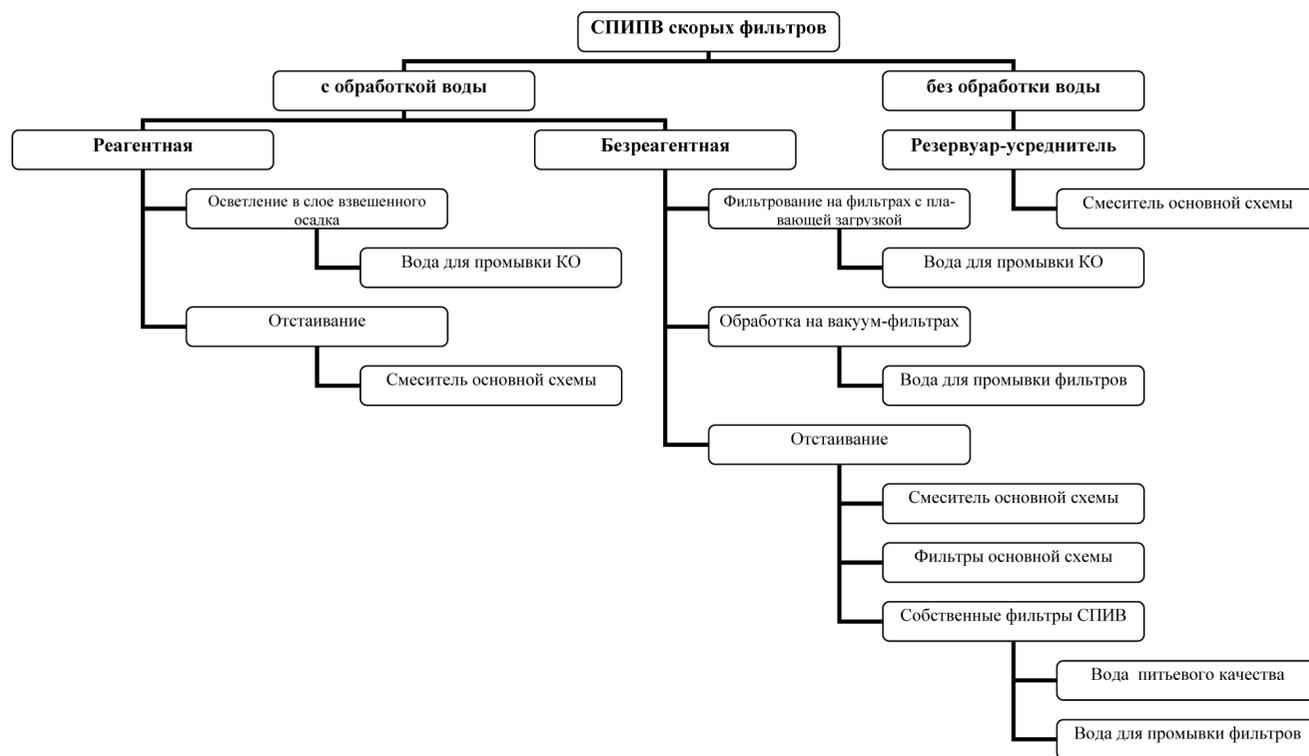


Рис. 1. СПИПВ от промывки скорых фильтров

«Полвак™-68» используется для подготовки воды хозяйственно-питьевого назначения, очистки бытовых и промышленных стоков, а также в технологических процессах в бумажной, текстильной и других областях промышленности.

Реагент выпускается со следующими качественными показателями:

- а) химическая формула -  $Al_2(OH)_4Cl_2$ ;
- б) внешний вид - зеленовато-желтая жидкость, допускается наличие других оттенков и муты;

- в) массовая доля основного вещества (по  $Al_2O_3$ ) - не менее 10 %;
- г) относительная основность - 65-72 %;
- д) плотность при температуре 20 °С - 1,23 – 1,40 г/см<sup>3</sup>;
- е) массовая доля хлоридов - 5-20 %.

2. «Бопак-Е» - оксихлорид алюминия производства «Азовводоканал» со следующими параметрами:

- а) содержание:  $Al_2O_3$  - 17-20,8 % (применяе-

мый 17%);  $Cl$  -  $6,2 \pm 0,5$  %;  $Fe_2 O_3$  - не более 0,01 %;

б) основность – 5/6;

в) плотность -  $1,27 \pm 0,03$  г/см<sup>3</sup>;

г) рН -  $4,5 \pm 0,5$ ;

д) вязкость –  $30 \pm 10 \cdot 10^{-3}$  Па·с.

3. «Аква-Аурат™-30», «Аква-Аурат™-105» - оксихлориды алюминия в твердой форме с характеристиками, приведенными в таблице.

Отбор промывной воды осуществлялся на станциях водоподготовки Донского водопрово-

да г. Таганрога и Центральных очистных сооружениях водопровода г. Ростова-на-Дону (обе станции работают по схеме двухступенчатого осветления воды с источником водоснабжения из р. Дона). В период проведения сравнительных испытаний качество промывной воды находилось в следующих пределах: содержание взвешенных веществ - от 120 до 700 мг/дм<sup>3</sup>, активная реакция среды (рН) - от 7,75 до 8,20, температура - от 7 до 21 °С.

Наименование показателей	Значения показателей для коагулянтов	
	Аква-Аурат™ - 105	Аква-Аурат™ - 30
Массовая доля оксида алюминия ( $Al_2O_3$ ), %	10,0±0,6	30 ± 3,0
Массовая доля хлора ( $Cl$ ), %	13,0±2,0	35,0 ± 5,0
Плотность при температуре 20 °С, г/см <sup>3</sup>	1,24±0,02	-
рН	2,5±0,5	-
Массовая доля железа ( $Fe$ ), %, не более	0,01	0,03

На основании выполненных ранее предварительных исследований [1] время осветления, при использовании гидрооксихлоридов алюминия «Полвак™-68», принято равным 45 мин. Исследуемым режимом перемешивания был режим, соответствующий  $GT=25200$  (смешение - с  $G=90$  с<sup>-1</sup> и  $T=120$  с, перемешивание - с  $G=40$  с<sup>-1</sup> и  $T=360$  с). После отстаивания отбиралась проба, в которой определялась величина мутности с последующим перерасчетом в эффект осветления. Обработанные статистическими методами значения эффекта осветления для различных доз «Полвак™ - 68» представлены на рис. 2.

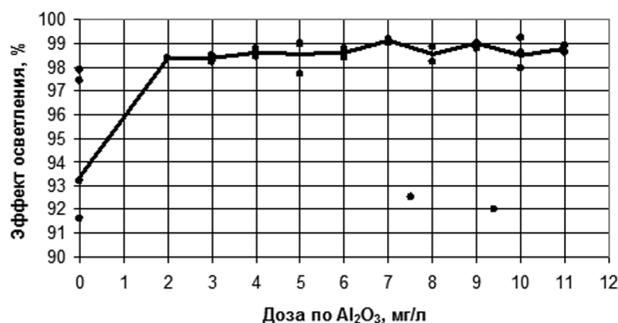


Рис. 2. Изменение эффекта осветления в зависимости от дозы коагулянта Полвак™ - 68 (очистные сооружения г. Таганрога)

В результате проведения серии экспериментов и сравнения полученных значений эффекта осветления оптимальная доза «Полвак™ - 68» составляет 2 мг/л по  $Al_2O_3$ , так как дальнейшее увеличение дозы до 6 мг/л по  $Al_2O_3$  приводит к колебанию эффекта осветления не более чем на 0,2 % в обе стороны.

Оксихлорид алюминия «БОПАК-Е» в сравнительных испытаниях, выполненных выше, показал свою высокую эффективность при равных условиях обработки промывной воды с другими коагулянтами. По аналогии с коагулянтом «Полвак™ - 68» для коагулянта «БОПАК-Е» принят режим перемешивания  $GT=25200$  и время отстаивания, равное 45 мин. Изменение эффекта осветления представлено на рис. 3.

В результате анализа выполненных исследований можно признать величину оптимальной дозы «БОПАК-Е», равной 4 мг/л по  $Al_2O_3$ , что приводит к снижению рН на 0,15 единицы.

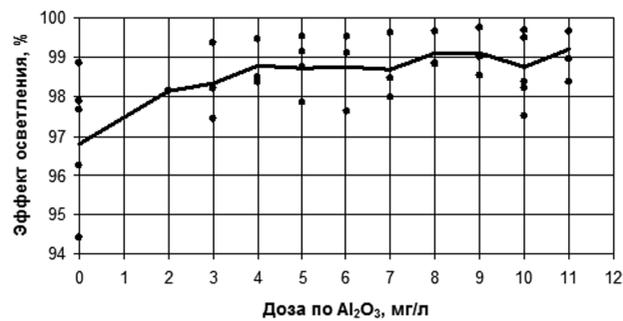


Рис. 3. Изменение эффекта осветления в зависимости от дозы коагулянта «БОПАК-Е» (очистные сооружения г. Таганрога)

Определение оптимальной дозы оксихлоридов алюминия марки «Аква-Аурат» выполнялось на двух станциях – водопроводных очистных сооружениях Донского водопровода г. Таганрога («Аква-Аурат™-30») и Центрального водопровода г. Ростова-на-Дону («Аква-Аурат™ - 105»).

Для изучения эффективности работы коагулянта «Аква-Аурат™-30» принят режим перемешивания и время отстаивания по аналогии с «Полвак™-68» и «БОПАК-Е» ( $GT=25200$ , время отстаивания составляет 45 мин). Результаты представлены на рис. 4.

Основываясь на виде кривой изменения эффекта осветления (рис. 4) для коагулянта «Аква-Аурат™ - 30», можно принять в качестве оптимальной дозы 3 мг/л по  $Al_2O_3$ . Увеличение дозы до 4 мг/л приводит к повышению эффекта менее чем на 0,2 %. Введение 3 мг/л по  $Al_2O_3$  приводит к снижению показателя  $pH$  на 0,63.

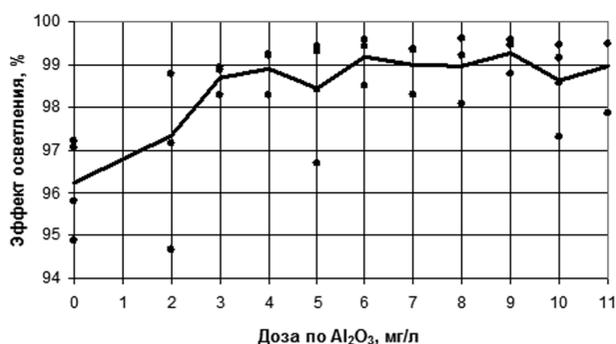


Рис. 4. Изменение эффекта осветления в зависимости от дозы коагулянта «Аква-Аурат™ - 30» (очистные сооружения г. Таганрога)

На Центральных очистных сооружениях г. Ростова-на-Дону при исследованиях «Аква-Аурат™-105» были приняты три режима перемешивания:  $GT=3620$ ,  $GT=4680$  и  $GT=5810$ . Выбор данных режимов основывается на рекомендуемых параметрах движения воды по трубопроводу от фильтров до сооружения повторного использования. Время отстаивания принято равным 45 мин (рис. 5).

Полученные кривые изменения эффекта значительно отличаются от представленных выше, од-

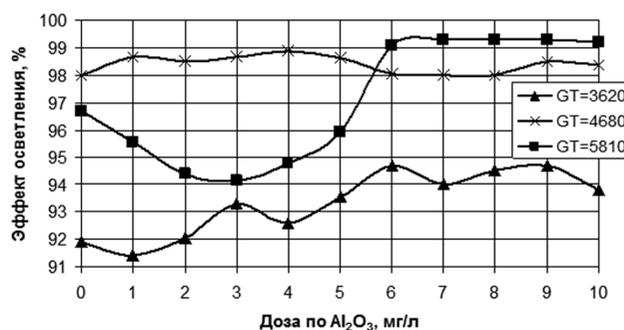


Рис. 5. Изменение эффекта осветления в зависимости от дозы коагулянта «Аква-Аурат™-105» (центральные очистные сооружения г. Ростова-на-Дону)

нако все-таки позволяют определить оптимальную дозу коагулянта «Аква-Аурат™-105». Для режима, соответствующего  $GT=3620$ , оптимальная доза равна 6 мг/л, для  $GT=4680$  - 1 мг/л, для  $GT=5810$  - 6 мг/л (по  $Al_2O_3$ ).

**Выводы.** Применение коагулянтов для осветления промывной воды позволяет добиться высокого эффекта осветления при стабильном времени отстаивания, равном 45 мин.

1. Оптимальные дозы испытываемых реагентов при одинаковых значениях критерия Кэмпбелла  $GT$  находятся в пределах от 2 до 4 мг/дм<sup>3</sup> по  $Al_2O_3$ .
2. Доза коагулянта зависит от режима перемешивания и требует корректировки для условий конкретной станции водоподготовки.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бутко, Д.А. Реагентное осветление промывных вод скорых фильтров [Текст] / Д.А. Бутко, В.А. Лысов, А.В. Родионов, А. Дар // Водоснабжение и санитарная техника. – 2009. - №9. – С. 53-56.

© Бутко Д.А., Лысов В.А., Родионова А.Б., 2011