

пергирования сорбента, коагуляции, отстоя, финишной фильтрации, слива осадка, выдачи очищенной воды, промывки фильтров первой и второй ступени.

В полевых условиях в весенне-летний и осенне-зимний периоды проведены испытания опытного образца мобильной водоочистной установки. Забор воды с предфильтрацией был осуществлен из реки Свислочь, у деревни Новый двор Минского района. Последовательно были выполнены все стадии очистки 2700 дм<sup>3</sup> воды (полное наполнение цистерны).

По заключению «Республиканского центра гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» исходная (до очистки) вода из реки Свислочь опасна в эпидемическом отношении (присутствуют болезнетворные бактерии) и имеет неудовлетворительные органолептические показатели. В тоже время пробы воды, очищенные на МАВОУ, соответствуют требованиям СанПиН 10-124 РБ - 99 «Вода питьевая».

В настоящее время пять установок находятся в рабочем состоянии и позволяют многократно осуществлять полный цикл очистки воды из сильно загрязненных источников.

УДК 661.63: 628.543

О. Б. Дормешкин, канд. техн. наук, доц. (БГТУ, г. Минск)

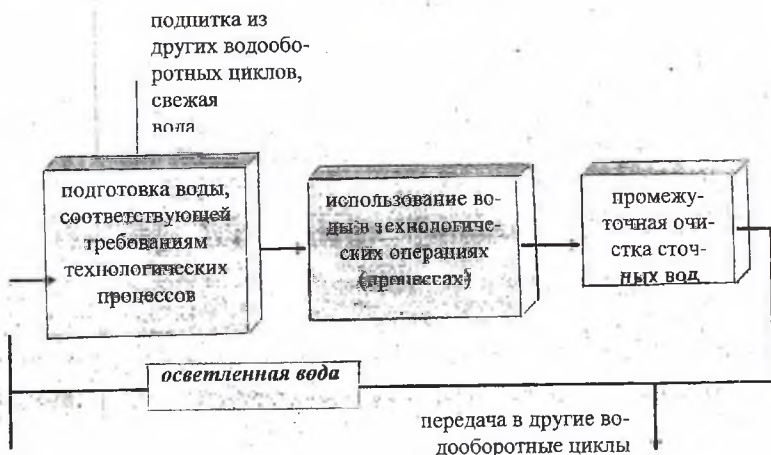
## **ОПТИМИЗАЦИЯ СХЕМ ФОРМИРОВАНИЯ ВОДОБОРОТНЫХ ЦИКЛОВ И ОЧИСТКИ СТОКОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ФОСФОРНЫХ И КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ**

В последние годы в связи с обострением экологической ситуации значительно ужесточилось законодательство в области охраны окружающей среды и, соответственно, требования к промышленным предприятиям – основным источникам образования различного рода выбросов и отходов. Одним из наиболее крупнотоннажных отходов, образующихся на предприятиях по производству фосфорсодержащих удобрений, являются сточные воды. Поэтому одной из основных задач, стоящих перед отраслью, как и перед всей промышленностью в целом, в области охраны окружающей среды является переход на замкнутые, бессточные схемы водопользования, предполагающие полное прекращение сброса с промышленной площадки всех типов стоков путем их возврата в технологический цикл и использование свежей воды только для компенсации дебаланса, возникающего вследствие вывода части воды с конечной продукцией и, частично, потерь.

Основной концепцией при создании бессточных систем водопользования является организация нескольких автономных водооборотных циклов. Главным критерием при организации таких циклов является однотипность качественного состава используемой в конкретном производстве или группе производств воды и образующихся стоков. Так в производстве фосфорных и комплексных удобрений наиболее загрязненные фтор и фосфорсодержащие сточные воды выделяются в виде так называемого «фторного» водооборотного цикла.

Как видно из приведенной схемы, «фторный» водооборотный цикл включает стадию промежуточной очистки образующихся стоков на станции нейтрализации. Причем в случае замкнутых водооборотных циклов, и в этом одно из их преимуществ, не требуется очистка сточных вод до значений ПДК, а лишь до значений концентраций ионогенных и гетерогенных примесей, позволяющих повторное использование этой воды в технологическом процессе.

Система формирования замкнутых водооборотных циклов реализована практически на всех предприятиях отрасли. Однако, как по-



казал анализ существующих водооборотных циклов и результаты обследования работы станций нейтрализации ряда предприятий, формирование схем водооборотных циклов и технологического режима очистки реализовано без учета особенностей качественного-количественного состава стоков отдельных цехов, а также физико-

химических и кинетических закономерностей процесса нейтрализации в системе  $\text{CaO}-\text{H}_3\text{PO}_4-\text{H}_2\text{SiF}_6-\text{H}_2\text{O}$  в области разбавленных растворов в неравновесных условиях. Качественно-количественный состав сброшенных на станцию очистки сточных вод часто не соответствовал нормативным требованиям, а остаточное содержание примесей в очищенной воде превышало установленные, и зачастую весьма значительно. Так на Балаковском ПО «Минудобрения» содержание взвесей в осветленной воде после станции нейтрализации достигало 7000 мг/л (при норме н/б 200 мг/л), фтора до 150 мг/л, фосфора от 50 до 600 мг/л (при норме не более 50 мг/л). Следствием этого являлась невозможность выделения отдельного «фторного» водооборота, быстрое заполнение шламонакопителей и сложность их очистки, загрязнение чистых водооборотных циклов, что негативно сказывалось на работе всего оборотного, особенно теплообменного.

Помимо основных ионогенных примесей – фтора и фосфора, сточные воды, поступающие на станции нейтрализации производств фосфорных удобрений содержат и другие примеси, в частности соли аммония и аммонийные ионы. Источником поступления данных примесей являются сточные воды производств фтористого алюминия, аммофоса и смешанных удобрений. Как показали проведенные автором исследования, по мере увеличения содержания алюминия в исходных сточных водах до 1 г/л наблюдается существенное возрастание остаточного содержания фтора и ухудшение основных химико-технологических свойств шламов за счет образования гидрофосфатов алюминия. В присутствии ионов аммония в системе  $\text{CaO}-\text{H}_3\text{PO}_4-\text{H}_2\text{SiF}_6-\text{H}_2\text{O}$  минимум растворимости ионов фтора смещается в область более высоких значений pH, поэтому поддержание регламентируемого технологического режима нейтрализации не обеспечивает необходимой степени очистки. В то же время, как показали исследования, при поддержании более высоких значений pH нейтрализации (11-11,5) наряду с возрастанием степени очистки наблюдается улучшение химико-технологических свойств осадков, о чем свидетельствует значительное возрастание коэффициента фильтрации и скорости изменения объема твердой фазы нейтрализованной суспензии. Установлено, что при изучении процесса нейтрализации, протекающего в разбавленных растворах в неравновесных условиях, одним из наиболее важных технологических параметров помимо величины pH является продолжительность процесса, что обусловлено наличием явления хемостарения осадка и образованием вторичного осадка.

Внедрение рекомендаций по изменению схем формирования стоков с учетом особенностей их качественно-количественного состава и режима их нейтрализации с учетом необходимости поддержания оптимальных значений рН и обеспечения необходимой продолжительности процесса нейтрализации на станциях нейтрализации Гомельского химического завода, Балаковском ПО «Минудобрения» (Россия) позволили достичь снижения содержания примесей до регламентируемых значений без значительных дополнительных капитальных затрат. А внедрение комбинированной схемы стадийной очистки стоков с последующей карбонатной доочисткой позволяет обеспечить снижение содержания фтора до величин от 0,22 до 0,6 мг/л (по сравнению с 20-25 мг/л по действующей схеме).

УДК 628.1; 628.3

В. Б. Дроздович, доц.; П. Б. Кубрак, асп.; А. А. Черник, ст. преп.;  
В. В. Жилинский, студ. (БГТУ, г. Минск)

### **ОСОБЕННОСТИ ОЗОНИРОВАНИЯ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА ОЗОНО-КИСЛОРОДНОЙ СМЕСИ В СВЕТЕ НОВЫХ ТРЕБОВАНИЙ К КАЧЕСТВУ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ**

В Западной Европе, США в настоящее время до 95% питьевой воды проходит озонную подготовку. В России (Москва, Санкт-Петербург, Нижний Новгород и др.) действуют несколько крупных станций озонирования питьевой воды. Особое внимание процессам озонирования питьевых и сточных вод уделяется в нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих регионах России (Нефтеюганск, Тюмень, Мегион, Салехард, Пыть-Ях и др.). В настоящее время в России эксплуатируется около 10 водопроводных станций с озонаторным оборудованием общей производительностью по обрабатываемой воде до 3 млн. м<sup>3</sup> в сутки.

Новые нормативные требования к качеству питьевой воды предусматривают снижение всех основных показателей качества питьевой воды по остаточному алюминию и хлороформу, ряду химических (органических и неорганических) загрязнений. Появляются новые микробиологические показатели и основное требование к ним – их полное отсутствие в питьевой воде. В связи с этим, по заключению специалистов ИОА, конгрессов «Экватек» для всех городов достижение таких показателей возможно и наиболее перспективно, целесообразно путем применения озono-сорбционного метода очистки.