

вод на краплинних біофільтрах // Екологічна безпека та природокористування. Зб. наук. праць. – К.: КНУБА, 2014. – Вип. 16. – С. 68-86.

- б. Олійник О.Я., Айрапетян Т.С. Моделювання очистки стічних вод від органічних забруднень в біореакторах–аеротенках зі зваженим (вільно-плаваючим) і закріпленим біоценозом // Доповіді НАНУ. – 2015.– №5.– С.55-60.

## **ПРИМЕНЕНИЕ РАДИОВОЛНОВЫХ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ТВЕРДЫХ ВЕЩЕСТВ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОТОКАХ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД**

**А.Ч. БЕЛЯЧИЦ**, канд. техн. наук, **С.И. ТИТОВИЦКИЙ**

*ООО «Аквар-систем»*

*ул. Фабрициуса, 2, корп. 25, г. Минск, 220007, Республика Беларусь*

**И.П. ЛАНЬКО**

*Унитарное предприятие «Минскводоканал»*

*ул. Пулихова, 15, г. Минск, 220088, Республика Беларусь*

**И.А. ТИТОВИЦКИЙ**, канд. техн. наук

*Институт прикладных физических проблем имени А.Н.Севченко*

*Белорусского государственного университета*

*ул. Курчатова, 7, г. Минск, 220045, Республика Беларусь*

*e-mail: titovitsky@bsu.by*

Во всем мире большое внимание уделяется решению экологических проблем ресурсосбережения и повышения эффективности инженерной инфраструктуры урбанизированных территорий. Не последнюю роль здесь играет водокоммунальный сектор, предназначенный для обеспечения основных потребностей человека и промышленных предприятий. Водоочистка является ключевым элементом этого сектора и представляет собой сложную последовательность стадий снижения концентрации нежелательных примесей в загрязненных водах до нормативных значений. При этом на качество процесса влияют многие факторы, такие, как степень загрязнения стоков, химический состав загрязнений, температура окружающей среды и воды и т.д. Универсальных эффективных методов водоочистки до сих пор не создано, поэтому для современного водокоммунального хозяйства остается очень актуальной проблема повышения эффективности современных методов водоочистки и совершенствования ее технических средств, в том числе средств контроля, комплексной автоматизации и управления.

В данной работе представлены результаты испытания микроволнового датчика концентрации А344, который разрабатывался компанией ООО «Аквар-систем» для целлюлозно-бумажной отрасли, но нашел также удачное применение в качестве контрольного прибора для технологических процессов очистки сточных вод города Минска.

В последние годы на Минской очистной станции идет интенсивная автоматизация технологических процессов на различных стадиях очистки. По

этой причине возникла необходимость установки нового приборного оборудования для измерения и контроля параметров сточных вод на разных этапах очистки и обработки их осадков. Осадки, образующиеся на Минской очистной станции, подвергаются механической обработке на центрифрессах в поле гравитационных сил, что позволяет снизить их объем в 6-7 раз, после чего обезвоженные осадки вывозятся на захоронение на иловые пруды. В процессе обезвоживания осадков для улучшения их влагоотдачи применяется полимерный флокулянт, который, однако, эффективно действует только при определенной влажности. Поддержание такой влажности в регламентированных пределах для смеси осадков, поступающих на обработку, позволяет достигнуть минимального удельного расхода флокулянта. Осуществляется это путем изменения подаваемых объемов осадков в зависимости от их влажности. Но влажность по весу является дополнительной величиной для концентрации твердых веществ в смеси. Поэтому, измеряя концентрацию твердых веществ в том или ином осадке в режиме реального времени, можно определить его влагосодержание и затем добиться создания смеси оптимальной влажности путем смешения различных осадков в известных пропорциях.

С этой целью были испытаны два вида датчиков концентрации – с оптическим принципом действия и микроволновым. Датчик концентрации оптического действия основан на использовании двух источников и четырех приемников света. Излучаемый свет рассеивается частицами твердого вещества в среде, а рассеянные лучи регистрируются приемниками, расположенными под углом  $90^\circ$  к источникам света (отражает показания при низких значениях мутности) и  $135^\circ$  (отражает показания при высоких значениях мутности). Мутность среды определяется величиной рассеянного света и монотонно зависит от содержания взвешенных твердых частиц, но также их размеров, формы и отражающей способности. Поэтому такой принцип измерения требует четкой калибровки прибора под конкретное перекачиваемое вещество, изменение состава и свойств которого могут приводить к сильному искажению результатов измерения.

Датчик концентрации А344 компании «Аквар-систем» разработан на основе микроволнового измерителя относительной диэлектрической проницаемости среды, значения которой могут варьироваться от 2-8 (как у большинства твердых тел) и до 80 (как для воды в низкочастотном электромагнитном поле). Измеряемое датчиком значение диэлектрической проницаемости отражает соотношение между твердой и жидкой фазами тестируемого вещества, если нам известны проницаемости каждой из этих фаз по отдельности. Стоит отметить, что такой принцип измерения позволяет тестировать смеси практически любых веществ без проведения калибровочных работ. При этом изменения состава тестируемых сырых осадков в диапазоне влажностей 93,0%-97,0% не влечет за собой существенного снижения точности проводимых измерений, что подтверждается производственными испытаниями. Кроме того, механические загрязнения источника/приемника излучения не

искажают показания, чего нельзя сказать о приборе, работающем в оптическом диапазоне.

На рисунке 1 представлены графики, отражающие концентрацию твердых веществ в сыром осадке (%), составленные по показаниям обоих приборов, снимаемые каждые полчаса в процессе откачки. Точками отмечены показания, полученные в лаборатории.

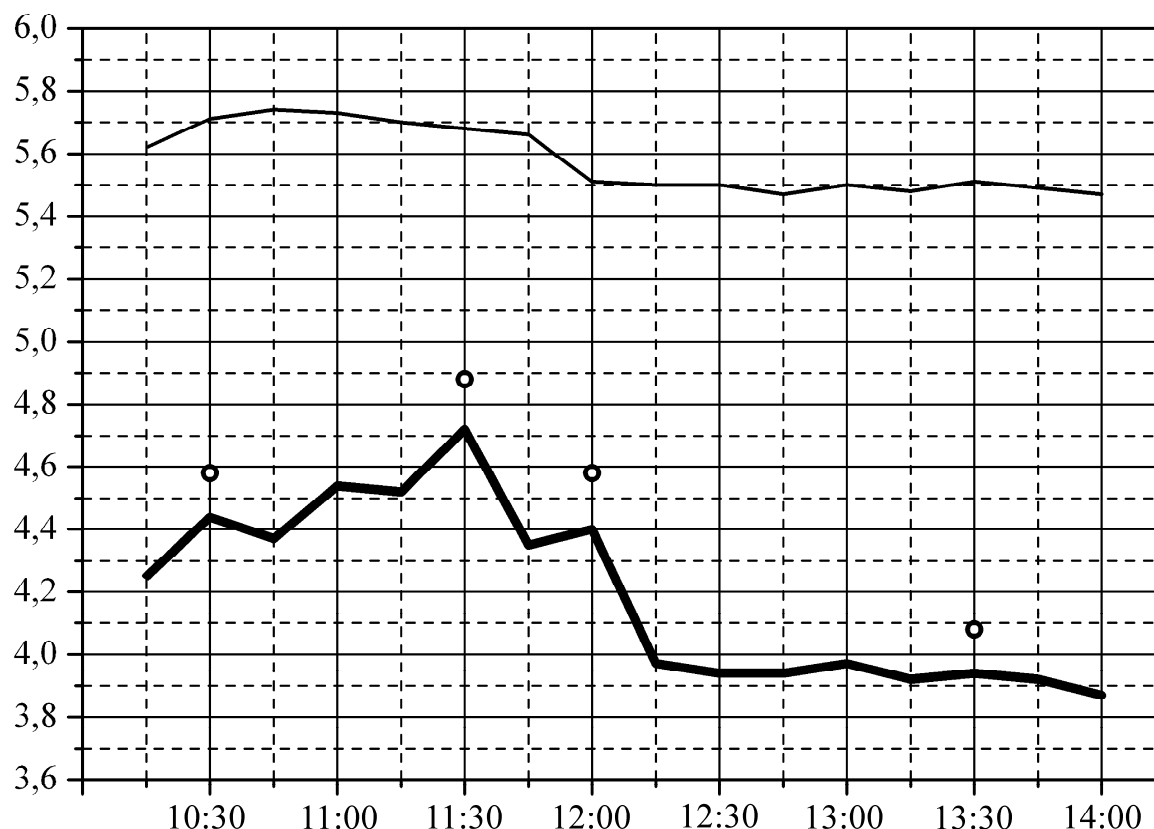


Рисунок 1 – Графики измерения концентрации твердых веществ в сыром осадке в процессе откачки, полученные оптическим датчиком (тонкая ломаная линия), микроволновым датчиком А344 (толстая ломаная линия) и контрольными отборами лаборатории (точки)

В ходе испытаний микроволновой датчик концентрации А344 показал высокую точность измерений концентрации твердых веществ в сыром осадке и высокую эффективность при использовании в технологических потоках очистки сточных вод. В течение длительного времени прибор не требовал технического обслуживания, в том числе чистки. Однако показания оптического прибора отражали только некоторое относительное изменение влажности в течение конкретной откачки, а повторяемость абсолютных значений при разных откачках была низкой.

По результатам испытаний предприятием Минская очистная станция было приобретено два микроволновых датчика концентрации А344, которые успешно эксплуатируются на протяжении более двух лет. Следует также отметить, что в системах водоочистки других крупных мегаполисов мира используются датчики концентрации аналогичного типа.