

**Снижение влияния аварийных сбросов
в системах фильтрации сточных вод**

© 2009. В.А. Алексеев¹, д.т.н., проректор; А. Хедр¹, аспирант; Е.М. Козаченко², инженер,
¹Ижевский государственный технический университет,
²МУП «Воткинский водоканал»,
e-mail: lazer@istu.ru

В статье предлагается подход к предотвращению попадания загрязняющих веществ при аварийных сбросах промышленных предприятий на очистные сооружения и в природные водоёмы. Метод основан на непрерывной регистрации уровня загрязнения сточных вод системой оптических датчиков и перенаправлении потока в резервные отстойники в случае обнаружения аварийного сброса.

The article presents the measures preventing poison substances leak into treatment facilities and natural water reservoirs in case of emergency drains at industrial enterprises. The method is based on continuous registration of drain water contamination level by means of optic sensors as well as on redirection of the water flow into reserve setting reservoirs in case of emergency drain.

Ключевые слова: сточные воды, контроль загрязнения, аварийный сброс

Рост промышленного и сельскохозяйственного производства сопровождается интенсивным загрязнением окружающей среды, что наносит ущерб и природе, и обществу. Одним из наиболее опасных видов загрязнения окружающей природной среды является загрязнение воды – ценнейшего и незаменимого природного ресурса [1].

Общие запасы воды на Земле составляют более миллиарда кубических километров, из которых только 0,3% приходится на поверхностные воды. Анализ водопользования за 5 – 6 прошедших десятилетий показывает, что ежегодный прирост безвозвратного водопотребления, при котором использованная вода теряется для природы, составляет 4 – 5%. Ограниченные запасы пресной воды ещё больше сокращаются из-за их загрязнения. Главную опасность представляют сточные воды (промышленные, сельскохозяйственные, бытовые), поскольку значительная часть использованной воды возвращается в водные бассейны в виде сточных вод.

Наиболее распространёнными загрязнителями воды являются масла на предприятиях по переработке сельхозпродукции, нефть и нефтепродукты. Нефть может попасть в воду в результате естественных её выходов в районах залегания. Но основные источники загрязнения связаны с человеческой деятельностью: нефтедобычей, транспортировкой, переработкой и использованием нефти в качестве топлива и промышленного

сырья, переработкой сельскохозяйственной продукции [2].

Ошибки и технические неполадки в процессе бурения и эксплуатации скважин приводят к «залповым» сбросам нефти и нефтяного газа, что вызывает локальные, но очень сильные загрязнения окружающей среды [3].

В течение последних 5 лет в пищевых отраслях ежегодно образуется 45 – 47 млн. т вторичного сырья и отходов, из них в мясной промышленности 0,8 – 0,7 млн. т, в молочной 12,5 – 11,9, в зерноперерабатывающей 5 – 4,5, в масложировой 1,2 – 1, в сахарной 18 – 16, в спиртовой 12 – 11, в пивоваренной 0,8 – 0,7. Предприятия пищевой промышленности загрязняют в основном воду, в меньшей степени – воздух и почву.

Сброс загрязнённых сточных вод предприятиями пищевой промышленности составляет 2 – 3% от сброса предприятиями всех отраслей промышленности России.

Наиболее характерными для сточных вод предприятий пищевой промышленности являются взвешенные вещества, жир, общий и аммонийный азот, хлориды, фосфаты, тяжёлые металлы, СПАВ, нефтепродукты. В последние годы фиксируется увеличение в сточных водах количества нефтепродуктов, сульфатов, фенолов, нитратов, алюминия [4].

Современные предприятия по переработке сельскохозяйственной продукции имеют очистные сооружения для подготовки сброса промышленных водных стоков в водоёмы.

Очистные сооружения обеспечивают качественную очистку сточных вод с использованием фильтров различной конструкции. Существующие системы очистки сточных вод не обеспечивают полного извлечения загрязняющих веществ, в частности, большинство фильтров не предназначены для очистки стоков от маслянистых веществ.

В случае непреднамеренного аварийного кратковременного сброса маслянистых веществ дорогостоящие устройства фильтрации могут быть повреждены или качество очистки будет ниже. Аварийные сбросы связаны с нарушением технологического процесса по неопытности оператора или в связи с аварией на одной из установок.

Сегодня многочисленные аварийные ситуации стали неотъемлемой частью нормальной эксплуатации оборудования. Можно сказать, что катастрофичной стала обычная производственная деятельность [5].

На рисунке 1 выделены наиболее вероятные причины аварийных сбросов.

В аварийной ситуации может возникнуть необходимость в изменении способов обработки воды.

Архитектура действующей сегодня системы контроля качества воды была разработана в начале 90-х годов и не удовлетворяет современным требованиям. Предварительный анализ стоимости аналитической техники показал, что создание на каждой водопроводной станции современной аналитической лаборатории является экономически невыгодным. Высокочувствительные избирательные приборы имеют высокую стоимость и окупаются только при большом потоке проб [6].

Для обеспечения безопасности населения нужно применять технические средства контроля над внезапным загрязнением рек.

Сброс производственных сточных вод в городскую канализацию должен осуществляться через самостоятельные выпуски с устройством

за пределами территории предприятия контрольных колодцев, которые оборудуются приспособлениями (автоматическими пробоотборниками, измерительными устройствами и т. п.) для постоянного (т. е. непрерывного) контроля над составом и расходом производственных сточных вод [7].

Желательно, чтобы технология анализа была экспрессной, имела бы предельно простую подготовку проб, а приборы могли бы работать во внелабораторных условиях.

Для анализа растворов существует ряд стандартных методов, применяемых в лабораториях. Степень загрязнения воды при этом определяется показателями, приведёнными в таблице 1 [8].

Рассмотрим некоторые методы контроля, группирующиеся вокруг способов и особенностей современного химического анализа (рис. 2.)

Однако все рассмотренные выше методы имеют общий недостаток – требуют долговременной предварительной подготовки проб.

Отработанную воду, не подлежащую повторному применению, предприятия сбрасывают обратно в водоёмы. Естественно, предварительно эта вода проходит через фильтры очистки, однако в случае аварии они не смогут предотвратить сброс загрязняющих веществ в окружающую среду, особенно если в систему слива попадут вещества, на которые эти фильтры не были рассчитаны. Таким образом, возникает задача своевременного распознавания аварийного сброса с целью принятия соответствующих мер по предотвращению распространения загрязнения.

Проведённые нами исследования показали, что в отдельных случаях аварийные сбросы, протекающие в течение определённого интервала времени, представляют собой «сгусток» неоднородной жидкости в основной трубе, отводящей сточную воду к фильтрам.

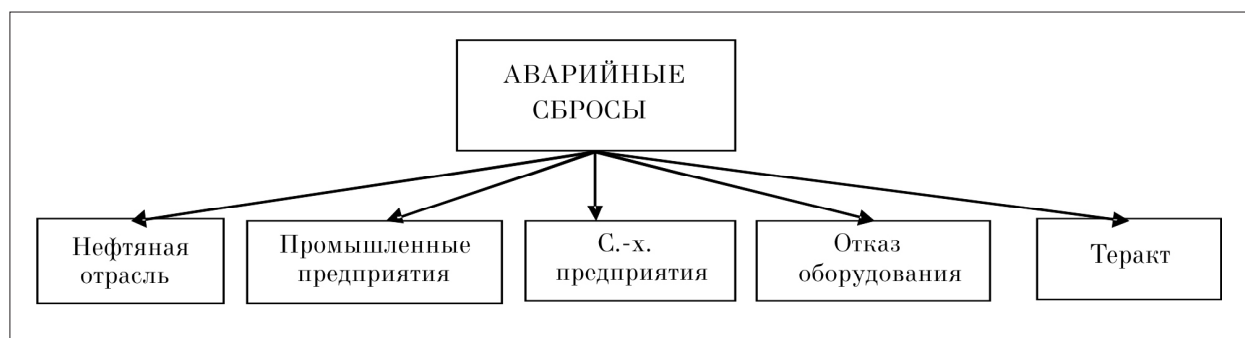


Рис. 1. Наиболее вероятные причины аварийных сбросов

Таблица 1

Химические, физические, гидробиологические и токсикологические показатели загрязнённости воды

Степень загрязнённости	Растворённый кислород, мл/л		БПК ₅ , мгО ₂ /л	Окисляемость, О ₂ /л	Аммонийный азот, мг/л	Взвешенные вещества, мг/л	Прозрачность		Запах, баллы	Нефть, мг/л	рН	Коли-титр	Биологический показатель *БПЗ, %	Отношение ПДК вещества к ПДК воды
	Летом	Зимой					по Секи, м	по Снелленду, см						
Очень чистая	9	13–14	0,5–1,0	1	0,05	1–3	2	30	1	0	6,5–8,5	100–10	0+5	0
Чистая	8	11–12	1,1–1,9	2	0,1	4–10	2–1	30–20	2	0,1–0,2	6,5–8,5	1–10	6+10	0,1–0,9
Умеренно грязная	6–7	9–10	2,0–2,9	3	0,2–0,3	11–19	1–0,3	19–3	3	0,3	6–9	0,05–1	11+20	1–5,9
Загрязнённая	4–5	4–5	3,0–3,9	4	0,4–1	20–50	0,3–0,1	2–1	4	1	5–6, 9–10	0,005–0,05	21+60	6–10,9
Грязная	2–3	0,5	4–10	5–15	1,1–3	51–100	0,1–0,02	1–1,5	5	2	5–6, 9–10	0,005–0,001	61+99	11–20
Очень грязная	0	0	10	15	3	100	0,02	0,5	5	3	2–4, 11–13	0,001	100	20

Примечание: *БПЗ – биологический показатель, показывающий отношение количества одноклеточных организмов, не содержащих хлорофилла, к общему количеству организмов, включая содержания хлорофилла.

При подобной аварии изменяется плотность сточных вод на определённом интервале времени, «сгусток» сточной жидкости, которую можно фиксировать косвенными измерениями оптической плотности. Одним из методов косвенного измерения является турбидиметрический способ, основанный на измерении изменения интенсивности рассеянных световых потоков при воздействии лазерного излучения на поток жидкости [9]. Излучение лазера через входное окно в сточной трубе проходит через поток воды и попадает на фотоприёмник, находящийся за вторым окном в трубе. Электрический сигнал с фотоприёмника преобразуется в цифровой сигнал, который регистрируется ЭВМ. Производится обработка цифрового сигнала в ЭВМ и по её результатам прини-

мается решение о перераспределении потока воды. Обнаружение «сгустка» сточной жидкости позволит обеспечить контроль движения его по основной трубе и при соответствующей автоматике отвести его в специальный отстойник. Таким образом, прекратить временно поступление сточной воды на фильтры.

На рисунке 3 показана схема автоматизации устранения аварийного сброса в сточных водах. Анализатор жидкости 1 производит непрерывный контроль параметров воды, характеризующих её загрязнённость (пропускание, плотность и т. д.). Пока концентрация растворённых веществ изменяется в некоторых допустимых пределах, вода, проходя через фильтры очистки, поступает в окружающую среду (водоём).

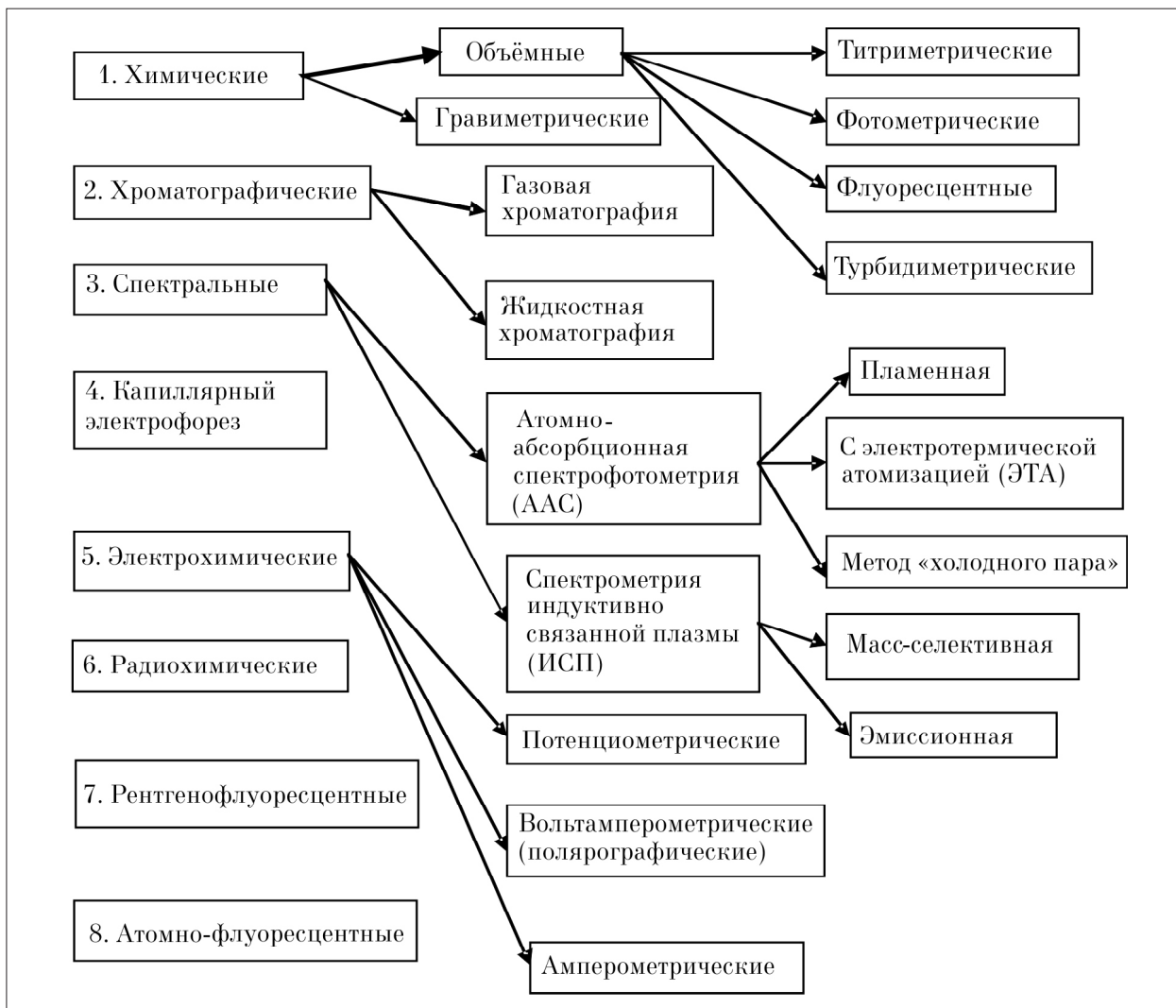


Рис. 2. Основные аналитические методы, используемые при контроле качества воды

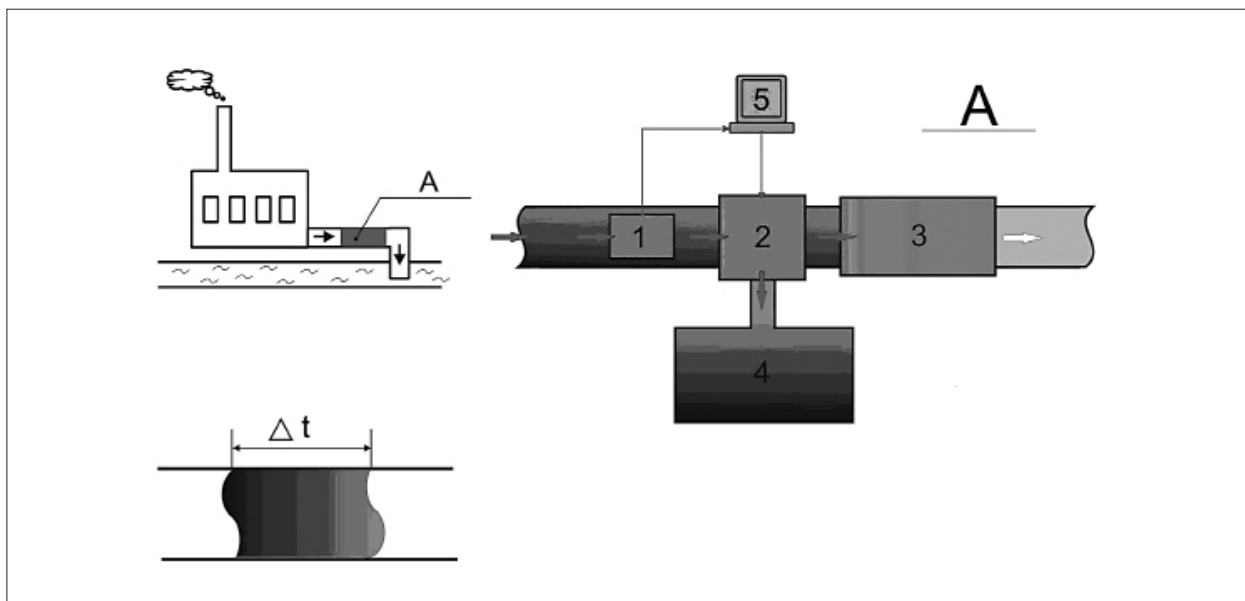


Рис. 3. Система автоматизации устранения аварийного сброса в сточных водах

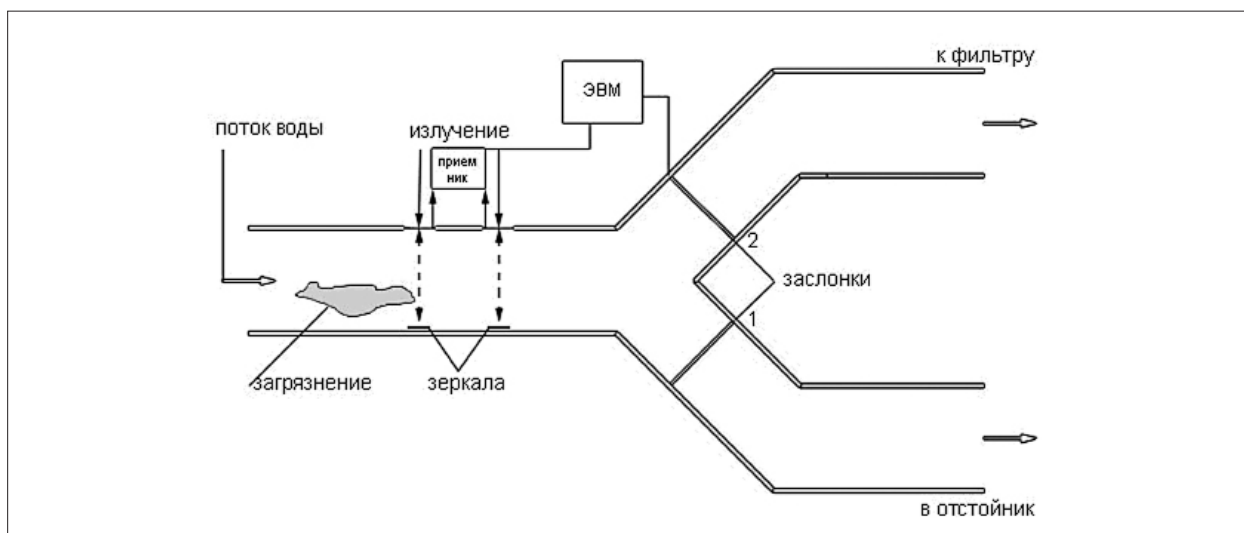


Рис. 4. Труба слива

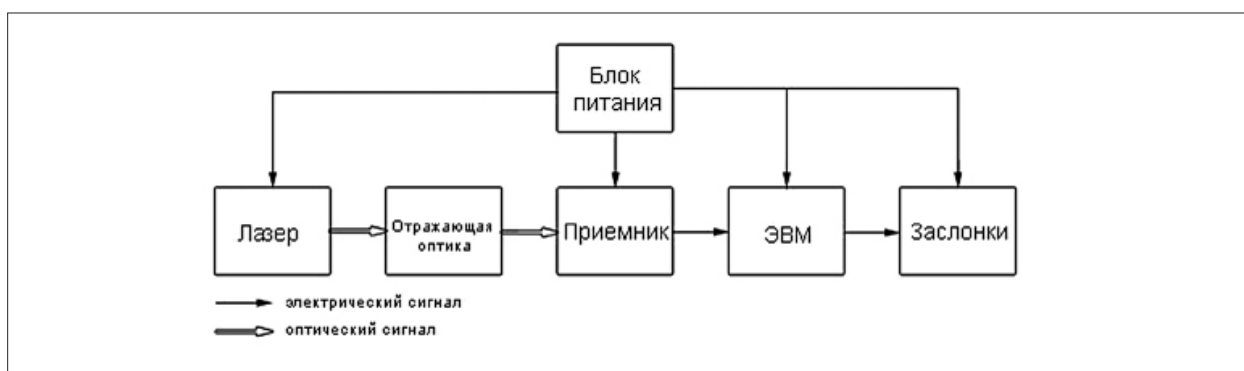


Рис. 5. Структурная схема автоматизации устранения аварийного сброса

В случае сброса на предприятии анализатор жидкости 1 подаёт сигнал на управляющий компьютер 5, который посредством клапана отвода 2 направляет загрязнённую воду

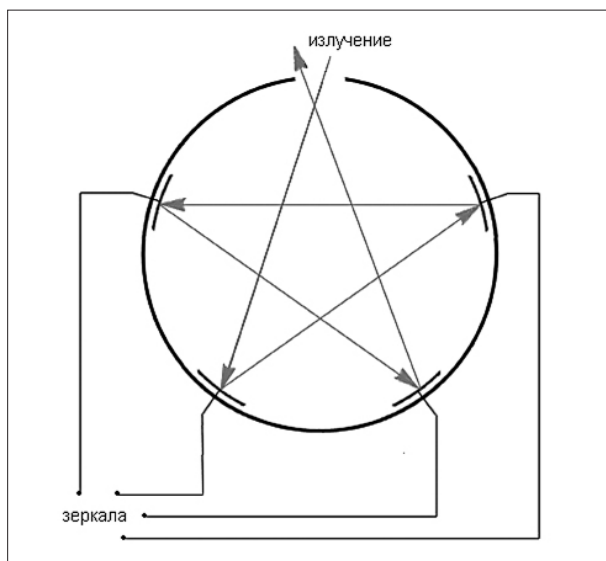


Рис. 6. Поперечное сечение трубы

в отстойник 4. При появлении загрязнения в системе слива срабатывает детектор, который состоит из лазерного излучателя, приёмника и системы зеркал. Далее как только срабатывает детектор, открывается заслонка 1 и закрывается заслонка 2, и загрязнение, вместо того чтобы проходить через фильтр и забивать его, уходит в отстойник и в дальнейшем утилизируется. Заслонка будет переключаться по условию срабатывания двух датчиков, по скорости вещества задаётся время срабатывания заслонки.

На рисунке 4 показан принцип работы клапана отвода. При протекании чистой воды открыта заслонка 2 и закрыта заслонка 1. Появление загрязнения приводит к изменению сигнала от датчика анализатора жидкости, который поступает на ЭВМ. Когда сигнал от датчика выходит за границы допуска (загрязнение превысило допустимый уровень), программа «выдаёт» сигнал на переключение заслонок, и происходит перераспределение потока воды: открывается

заслонка 1 и закрывается заслонка 2. Таким образом, загрязнённая вода поступает в отстойник для утилизации, и увеличивается срок службы фильтров очистки. Применение двух датчиков позволяет выбрать оптимальное время (скорость) переключения заслонок как при появлении загрязнения, так и при окончании прохождения «загрязнённого сгустка».

На рисунке 5 представлена структурная схема системы автоматизации устранения аварийного сброса. Объём отстойника должен быть таким, чтобы вместить в себя всю жидкость, поступающую за время устранения аварии.

На рисунке 6 представлена схема расположения отражающей оптики в трубе слива.

Излучение проходит через окно в верхней части трубы, далее отражается на зеркалах и возвращается обратно. Использование нескольких зеркал позволяет контролировать большую площадь сечения.

В качестве источника оптического излучения можно использовать He-Ne лазер мощностью 5 мВт.

Если в облучаемой области будет проходить загрязнение, мощность принимаемого сигнала будет падать от 20 до 50% [9].

Задавая расстояние между излучателями, а также зная расстояние до задвижек, можно рассчитать скорость, с которой движется загрязнённая область, и время, на которое нужно закрыть и открыть задвижки.

Рассмотренная проблема характерна для предприятий по переработке семян подсол-

нечника, оливковых культур, молокозаводов, химических предприятий, предприятий нефтеперерабатывающей отрасли и др.

Литература

1. Криксунов Е.А., Пасечник В.В. Экология. М.: Дрофа, 1998. 198 с.
2. Хван Т.А. Промышленная экология. Ростов-на-Дону: Феникс, 2003. 320 с.
3. Орлов Д.С., Садовникова Л.К., Лозановская И.Н. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении. М.: Высшая школа, 2002. 334 с.
4. Комаров В.И., Мануйлова Т.А. Проблемы экологии в пищевой промышленности // Экология и промышленность России. 2002. № 6. С. 4-16.
5. Шахраманьян М.А., Акимов В.А., Козлов К.А. Уральский регион России: опасности природного, техногенного и экологического характера // Экология и промышленность России. 2002. № 3. С. 4-21.
6. Щербаков Б.Я., Чиликин А.Я., Ижевский В.С. // Экология и промышленность России. 2002. № 7. С. 39-44.
7. Кармазинов Ф.В., Атанов А.Н., Глущенкова Г.Ф., Ушаков Н.П. Система аналитического контроля качества воды в ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» // Водоснабжение и санитарная техника. Ч. 2. 2004. № 8. С. 16-21.
8. Подосенова Е.В. Технические средства защиты окружающей среды. М.: Мир, 1980. 320 с.
9. Ляхов Г.А., Суязов Н.В. Вынужденное рассеяние с распределённой обратной связью в рассеивающей среде // Квантовая электроника. 1995. № 5. С. 22-26.