

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства»
(ПГУАС)

РЕКОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМ И СООРУЖЕНИЙ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

Методические указания
для самостоятельной работы
по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство»

Пенза 2016

УДК 628-048.37(075.8)

ББК 38.761-09я73

Р36

Рекомендовано Редсоветом университета

Рецензент – кандидат технических наук, доцент кафедры «Водоснабжение, водоотведение и гидротехника» Е.А. Титов (ПГУАС)

Р36 **Реконструкция систем и сооружений водоснабжения и водоотведения: методические указания для самостоятельной работы по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство»/ М.А. Сафронов. – Пенза: ПГУАС, 2016. – 24 с.**

Приведены рекомендации для самостоятельной работы, а также примеры выполнения заданий по темам дисциплины «Реконструкция систем и сооружений водоснабжения и водоотведения».

Методические указания подготовлены на кафедре «Водоснабжение и водоотведение» и предназначены для студентов, обучающихся по направлению 08.03.01 «Строительство».

© Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, 2016

© Сафронов М.А., 2016

ПРЕДИСЛОВИЕ

Целью изучения дисциплины «Реконструкция систем и сооружений водоснабжения и водоотведения» является овладение студентами следующими компетенциями:

- знанием правил и технологии монтажа, наладки, испытания и сдачи в эксплуатацию конструкций, инженерных систем и оборудования строительных объектов, образцов продукции, выпускаемой предприятием;
- владением методами опытной проверки оборудования и средств технологического обеспечения;
- владением методами мониторинга и оценки технического состояния и остаточного ресурса строительных объектов, оборудования;
- способностью организовать профилактические осмотры и текущий ремонт, приемку и освоение вводимого оборудования, составлять заявки на оборудование и запасные части, готовить техническую документацию и инструкции по эксплуатации и ремонту оборудования.

В результате изучения дисциплины «Реконструкция систем и сооружений водоснабжения и водоотведения» обучающийся должен:

Знать:

- ГОСТ, СНиП, СП, ТУ, указания для проектирования и реконструкции систем водоснабжения и водоотведения, очистных сооружений и их конструктивных элементов, методы оптимальной реновации водопроводных и водоотводящих сетей и сооружений на них.

Уметь:

- проектировать реконструкцию схем водоснабжения и водоотведения;
- проектировать восстановление различных систем водоснабжения и водоотведения;
- рационально использовать существующие сети и сооружения и разрабатывать планы производства строительных работ на реконструкцию инженерных сетей и сооружений;
- проектировать комплексы сооружений инженерных сетей и сооружений, отдельных элементов их, предусматривать пути реконструкции инженерных сетей и сооружений и интенсификации их работы;
- применять современные и прогрессивные инженерные решения по реконструкции инженерных сетей и сооружений;

Владеть:

- методами расчета инженерных сетей и сооружений водоснабжения и водоотведения и адаптировать их в условиях реконструкции систем и сооружений водоснабжения и водоотведения,
- последними достижениями науки и техники в области водоснабжения и водоотведения, строительных материалов и конструкций для оптимизации принимаемых технических решений и минимума материальных затрат на реконструкцию.

Иметь представление о:

- нормативных документах по реконструкции систем водоснабжения и водоотведения, нормативных сроках выхода на ремонты сооружений и оборудования, нормативах химико-технологического контроля.

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Самостоятельная работа студента по учебной дисциплине складывается из работы по:

- подготовке к лекционным занятиям;
- подготовке к практическим занятиям;
- подготовке к текущему контролю знаний;
- подготовке к зачету;
- изучению учебного материала, предусмотренного рабочей программой.

При выполнении самостоятельной работы по дисциплине рекомендуется внимательно просмотреть весь теоретический материал по рассматриваемой конкретной теме, выделить основные принципиальные закономерности, законы и описывающие их формулировки и уравнения.

Основное внимание следует обратить на расчётные схемы, графики и поясняющие рисунки и схемы.

Полезно составить краткий конспект по основным теоретическим положениям. Следует обратить внимание на размерность физических величин и единицы измерения параметров.

По ходу решения задачи необходимо давать краткие пояснения справочных данных с указанием их источника.

2. ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ

Тема 1. Реконструкция систем и сооружений водоснабжения

Задание 1. Реконструкция водозаборных сооружений из поверхностных источников

Чаще всего возникает необходимость реконструкции водозаборных сооружений из-за потребности забора большего количества воды. Однако к такой необходимости могут привести и изменяющиеся в худшую сторону условия забора воды. Таким образом, можно выделить два направления реконструкции:

- улучшение условий работы и снижение степени отрицательного воздействия природных и других факторов;
- реконструкция непосредственно элементов водозаборного сооружения.

При наличии общих благоприятных условий работы водозабора его производительность может быть увеличена за счет замены насосно-энергетического оборудования, разумеется, при возможности увеличения забора воды из источника. В этом случае необходимо проверить пропускную способность всех коммуникаций и провести профилактические мероприятия на водоприемниках: расчистить русло, углубить перекаты, обеспечить шугозащиту и т.д. Может возникнуть необходимость расширения или устройства дополнительных водоприемных окон.

Чаще всего наряду с заменой оборудования требуется строительство дополнительных водоприемников, самотечных или сифонных линий и напорных водоводов, которое может осуществляться в зависимости от местных условий по схемам *а, б* (рис. 1). При этом целесообразно строительство дополнительных оголовков с самостоятельными самотечными или сифонными трубопроводами.

Дополнительный оголовок рекомендуется вынести дальше в русло реки или, наоборот, приблизить к берегу, т.к. за период, предшествующий эксплуатации водозабора, могли измениться гидрологические условия, требования других водопользователей, появиться новые конструкции водоприемников и т.д. При использовании данной схемы в комплексе одного водозабора действует до 5 и более водоприемных оголовков и 2–3 береговых колодца.

Для увеличения надежности работы водозабора рекомендуется устройство дополнительного водоприемника, возможно, даже простейшей конструкции, что позволяет в экстремальных условиях предотвратить полную остановку водозабора (рис. 1, *в*).

В случае невозможности дальнейшей эксплуатации русловых водоприемников из-за сложных условий можно устроить ковшевой водозабор (рис. 1, *г*).

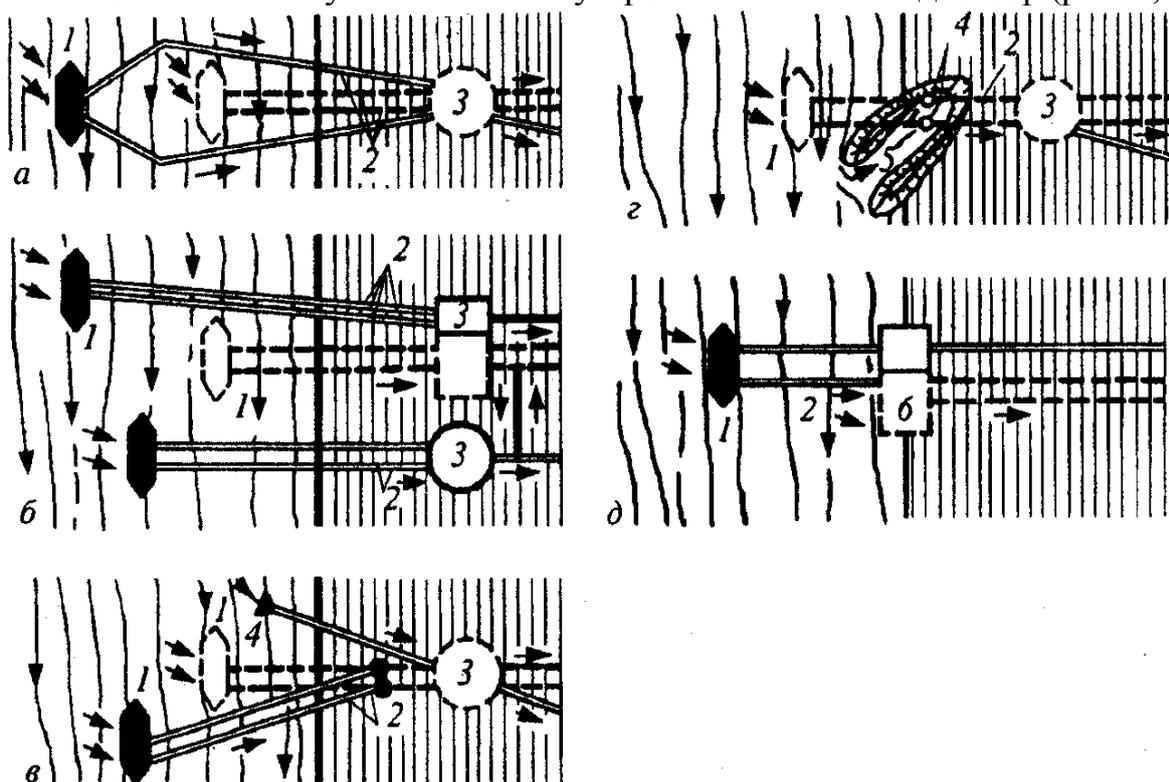


Рис. 1. Схемы реконструкции речных водозаборов:
 1 – водоприемные оголовки; 2 – самотечные или сифонные линии; 3 – береговой колодец, совмещенный с насосной станцией I подъема; 4 – раструбные оголовки; 5 – водоприемный ковш; 6 – береговой водоприемник; 7 – соединительный трубопровод для переключения водопроводов; пунктир – первоначальные сооружения; двойная линия – сооружения последующего развития

В ситуации, когда забор воды у берегов береговым водоприемником становится невозможным из-за интенсивного отложения наносов, понижения

уровня воды в реке и других проблем, реконструировать водозабор можно, устроив дополнительный русловой затопленный водоприемник (рис. 1, д).

Когда исчерпаны возможности замены насосно-энергетического оборудования, осуществляется строительство дополнительных насосных станций I подъема (см. рис. 1) (вид с переключениями на напорных водоводах, а иногда и на всасывающих линиях). Такое решение приводит к взаимному резервированию насосно-энергетического оборудования.

Отрицательное влияние на работу водозаборов преимущественно из водохранилищ (шуга, наносы и т.д.) оказывают вдольбереговые течения, а также градиентные, плотностные и компенсационные. Скорость вдольбереговых течений может достигать 1–2 м/с у пологих берегов и до 3 м/с – у крутых. Возникают также течения в прибойных зонах под воздействием волн, подходящих к берегу под острым углом. На изгибах берегового склона направление вдольберегового течения отклоняется от берега, а сформировавшийся поток транспортирует на большие глубины наносы, шугу, планктон и т.д. (рис. 2). В работе водоприемников, оказавшихся в зоне распространения этого потока, и возникают отмеченные выше осложнения.

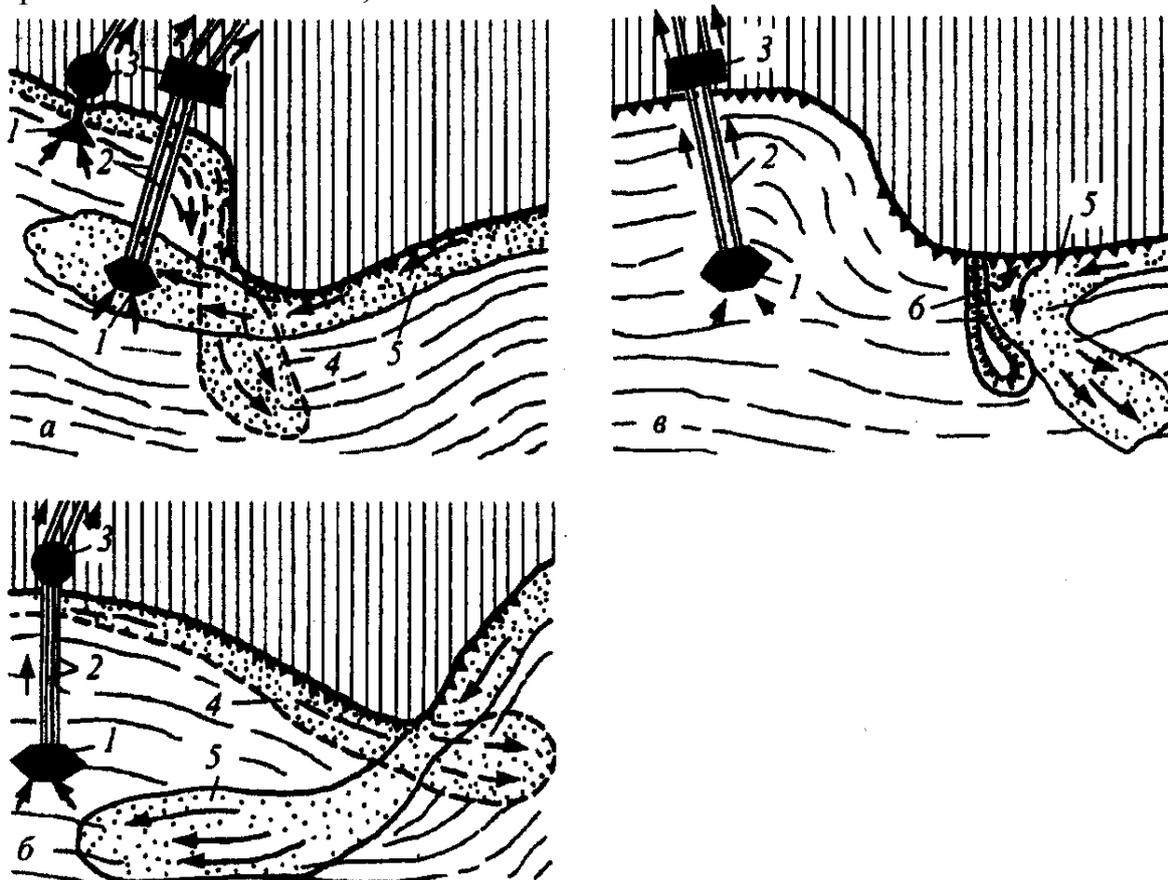


Рис. 2. Вдольбереговые течения на водохранилищных водозаборах:
а – водоприемник подвержен воздействию вдольбереговых течений;
б – водоприемник не подвержен воздействию вдольбереговых течений;
в – вдольбереговые течения при наличии взвесеперехватывающей шпора;
 1 – водоприемник; 2 – подводящие трубопроводы; 3 – береговой колодец;
 4, 5 – вдольбереговые течения при различных направлениях ветра;
 б – взвесеперехватывающая шпора

Для обеспечения устойчивой работы водоприемников в отмеченных условиях необходимо располагать их вне зоны распространения вдольбереговых течений или применять специальные сооружения и устройства (шпоры, буны), изменяющие направление вдольберегового течения (рис. 2).

В случае невозможности строительства шпор или бун реконструкция должна заключаться (как и на речных водозаборах) в строительстве дополнительных водоприемников вне зоны вдольбереговых течений.

При реконструкции ковшовых водозаборов также целесообразно заменять насосно-энергетическое оборудование станций I подъема, осуществлять строительство дополнительных водоприемников в ковшах, устройство шуго- и наносозащитных шпор и струенаправляющих стенок.

Задание 2. Обоснование необходимости реконструкции существующих водопроводных очистных сооружений (ВОС). Выбор технологической схемы реконструируемых сооружений

Увеличение производительности станции водоподготовки за счет строительства дополнительных водоочистных сооружений требует значительных капитальных вложений. При этом происходит ступенчатый рост производительности, что не всегда приемлемо для существующих систем водоснабжения. Поэтому возникает необходимость в реконструкции сооружений и использовании интенсивных технологий.

Интенсификация работы очистных сооружений наряду с увеличением мощности водоочистной станции состоит также в улучшении качества очищаемой воды, повышении экономической эффективности, заключающейся в снижении себестоимости воды, экономии реагентов, материалов, электроэнергии, оборудования. Решают поставленные задачи путем применения новых более сложных и гибких технологических схем очистки воды; совершенствованием работы реагентного хозяйства в реагентных схемах очистки; повышением эффективности предварительной или первой ступени очистки; интенсификацией работы фильтровальных сооружений; использованием более рациональных способов и сооружений для дезодорации, обезжелезивания и обеззараживания воды.

За последние годы практически повсеместно отмечается интенсивное загрязнение водоисточников. В водоемы попадают химические загрязнения антропогенного происхождения: нефтепродукты, фенолы, пестициды, СПАВ, ионы тяжелых металлов, соединения азота и др. Барьерная роль традиционных очистных сооружений, построенных 15–20 лет назад, по отношению к таким загрязнениям незначительна.

Кроме того, наблюдается изменение качественного состава вод источников водоснабжения под действием климатических факторов. Замечаемое в последние годы потепление климата приводит к изменению температурного режима водохранилищ и естественных водоемов, к интенсификации процессов «цветения» воды, разложению органики и появлению гнилостных запахов, накоплению токсичного ила, снижению их самоочищающей способности.

В северных районах России резкие похолодания, приводящие к длительным периодам ледостава, изменяют кислородный режим водоемов, приводят к осложнению в проведении процессов очистки цветных холодных вод, обладающих низким щелочным резервом.

Перечисленные выше антропогенные и климатические факторы воздействия на источники питьевого водоснабжения являются причиной снижения барьерной роли традиционных очистных сооружений водопровода. В сложившейся ситуации существующие очистные сооружения не всегда в состоянии обеспечить необходимую санитарную защиту населения и требуемое СанПиН 2.1.4.1074-01 качество питьевой воды.

Используемые в практике водоочистки технологические схемы обычно классифицируются на реагентные и безреагентные; предочистки и глубокой очистки; на одноступенные и многоступенные; на напорные и безнапорные.

Для разработки технологических схем улучшения качества воды требуются многие данные. Прежде всего устанавливается целевое назначение воды, т.е. требования потребителя к ее физическим, химическим и бактериологическим показателям; учитывается качество воды самого источника водоснабжения и в разные времена года, степень и возможность загрязнения его бытовыми и промышленными сточными водами и др.

Ответственным и сложным этапом является правильная оценка источника водоснабжения. Важно не только определить примеси воды, обуславливающие ее привкусы, запахи, цветность, мутность, жесткость и т.д., но и изучить химические и биологические процессы, протекающие в водоеме и влияющие на стабильность состава воды. Поэтому оценка водоема, как правило, складывается в результате длительного наблюдения за составом примесей воды, за изменением во времени каждого отдельного компонента. Только при таком изучении можно правильно расшифровать данные анализа воды.

Кроме специфических особенностей очистки воды, определяемых требованиями потребителя и устанавливаемых в каждом отдельном случае, существуют и некоторые общие положения, которыми можно руководствоваться при выборе схем очистки воды, подборе элементов очистных сооружений и их компоновке.

При подготовке питьевой воды в случае, если забор ее производится из открытых водоемов, воду обычно осветляют, обесцвечивают и обеззараживают. Если же источники водоснабжения – подземные напорные и безнапорные воды или вода чистых озер и прудов, ее обработка ограничивается только обеззараживанием.

Конструктивное оформление принятой схемы определяется производительностью и составом проектируемых сооружений, рельефом и гидрогеологией площадки, климатическими данными и возможностью создания зон санитарной охраны, а также технико-экономическими расчетами.

При проектировании очистных сооружений комплекс и типы основного и вспомогательного оборудования определяются принятым методом обработки воды. Объем отдельных сооружений рассчитывают по времени, необходимому для протекания тех или иных физико-химических процессов в воде, поступающей на обработку. При непрерывной работе этих сооружений расчет их обязательно предполагает нахождение времени пребывания воды в различных элементах схемы при скорости потока, соответствующей нормальному течению процесса очистки.

Реагенты в воду подают таким образом, чтобы обработка ее заканчивалась в проектируемом комплексе оборудования и выходящая вода соответствовала требованиям потребителя и чтобы в дальнейшем вода не изменяла своего состава и свойств. Для этого реагенты следует вводить в начале очистных сооружений и специальными устройствами обеспечивать быстрое и полное смешение отдозированных реагентов со всей массой очищаемой воды. Исключение составляют методы обработки воды, предназначенные для устранения воздействия разветвленной сети трубопроводов на качество воды (повторное бактериальное загрязнение, коррозия и т.д.), а также для ее обогащения микроэлементами (фторирование). В этом случае реагенты, не содержащие взвешенных веществ и не образующие их при взаимодействии с солями, содержащимися в воде, разрешается вводить в очищенную воду.

Сочетание соответствующих технологических процессов и сооружений составляет технологическую схему улучшения качества воды. Используемые в практике водоподготовки технологические схемы можно классифицировать следующим образом: реагентные и безреагентные; по эффекту осветления; по числу технологических процессов и числу ступеней каждого из них; напорные и безнапорные.

Реагентные и безреагентные технологические схемы применяют при подготовке воды для хозяйственно-питьевых целей и нужд промышленности. Указанные технологические схемы существенно отличаются по размерам водоочистных сооружений и условиям их эксплуатации. Процессы обработки воды с применением реагентов протекают интенсивнее и значительно эффективнее. Так, для осаждения основной массы взвешенных веществ с использованием реагентов необходимо 2–4 ч, а без реагентов – несколько суток. С использованием реагентов фильтрование осуществляется со скоростью 5–12 м/ч и более, а без реагентов – 0,1–0,3 м/ч (медленное фильтрование).

Водоочистные сооружения для обработки воды с применением реагентов значительно меньше по объему, компактнее и дешевле, но сложнее в эксплуатации, чем сооружения безреагентной схемы.

Глубокому осветлению подвергают воду хозяйственно-питьевых и других производственных водопроводов, где к качеству технической воды предъявляют высокие требования. Технологию для неполного осветления воды обычно используют при подготовке технической воды.

С развитием строительной базы, освоением специфического технологического оборудования и производства необходимых реагентов и сорбентов в обозримом будущем на вновь строящихся и реконструируемых станциях водоочистки можно ожидать внедрения следующих основных технологических схем:

1. Осуществление дополнительного озонирования перед фильтрованием через зернистую загрузку при реагентной обработке мутных, цветных вод с последующим их отстаиванием (или осветление в слое взвешенного осадка), фильтрованием и обеззараживанием.

2. Использование первичного озонирования с целью достижения флокулирующего эффекта и окисления органики перед традиционными сооружениями и вторичное озонирование для обеззараживания и дезодорации воды при очистке маломутных цветных вод. Технологическая схема предусматривает включение в состав сооружений микрофильтров, контактных резервуаров для озонирования, скорых фильтров или контактных осветлителей и резервуаров чистой воды.

4. Включение в схему биореакторов с прикрепленной микрофлорой, образуемой в результате жизнедеятельности микроорганизмов при аэрации и биофильтрации воды через специальные насадки (применительно для южных регионов).

5. Применение многоступенчатых технологий, основанных на последовательном удалении примесей.

Каждая из описанных технологических схем выбирается на основании тщательного изучения специфических свойств загрязняющих ингредиентов и их реакции на воздействие окислителей, сорбентов, коагулянтов и флокулянтов. При этом анализируются технико-экономические показатели.

Тема 2. Реконструкция систем и сооружений водоотведения

Задание 1. Реконструкция песколовков

Сточные воды после решеток содержат значительное количество нерастворенных минеральных примесей (песка, шлака, боя стекла и др.). Песколовки предназначаются для выделения из сточных вод тяжелых минеральных примесей, главным образом песка. Применение песколовков, то есть отдельная очистка сточных вод от минеральных и органических примесей, обусловлено тем, что при совместном их выделении в отстойниках возникают значительные затруднения при удалении осадка из отстойников и дальнейшей его обработке. Песколовки следует предусматривать во всех случаях, когда в состав очистных сооружений входят отстойники.

Песколовки представляют собой сооружения непрерывного действия, рассчитанные таким образом, чтобы в них выпадал и песок, и другие тяжелые минеральные частицы, но не выпадал легкий осадок органического происхождения. По нормам в песколовках должен задерживаться песок с гидравлической крупностью (скоростью выпадения) 18,7–24,2 мм/с с обеспечением выпадения его не менее 65% от содержащегося в сточных водах.

Песколовки подразделяются по направлению движения воды на горизонтальные, вертикальные и с вращательным движением жидкости (на тангенциальные и аэрируемые).

Горизонтальные песколовки представляют собой удлиненные в плане сооружения с прямоугольным поперечным сечением. Другими важнейшими элементами песколовков являются: входная часть песколовки, представляющая собой канал, ширина которого равна ширине самой песколовки; выходная часть, представляющая собой канал, ширина которого сужена от ширины песколовки до ширины отводящего канала; бункер для сбора осадка, обычно располагаемый в начале песколовки под днищем.

Необходимо обратить внимание на следующее оборудование: механизм для перемещения осадка в бункер, гидроэлеваторы и насосы для удаления осадка из песколовки и транспорта его к месту обезвоживания или другой обработки. Осадок в бункеры может перемещаться с помощью гидромеханических систем.

Вертикальные песколовки успешно эксплуатируют на ряде очистных станций. Они имеют цилиндрическую форму, а подвод воды – по касательной с двух сторон в основании. Конусная часть служит для сбора выпавшего осадка. Сбор и отвод воды осуществляют кольцевым лотком. При вертикальном движении воды вверх песок осаждается вниз. Следовательно, скорость восходящего потока жидкости должна быть меньше гидравлической крупности песчинок улавливаемого песка, т.е. $v < u_0$.

Вертикальные песколовки удобны для накопления больших объемов осадка. Их целесообразно применять в полураздельных системах и на станциях очистки поверхностных вод.

Наиболее эффективно работающие тангенциальные песколовки имеют круглую форму в плане и касательный подвод воды к ним и обеспечивают в песколовках вращательное движение (на периферии вода движется вниз, а в центре – вверх). Оно способствует поддержанию в потоке органических примесей. В ней интенсифицируется вращательное движение жидкости, что способствует улавливанию песка с минимальным содержанием органических включений.

Рассмотрим основные недостатки существующих песколовков:

1. Песколовки всех упомянутых выше типов, рассчитанные на задержание фракций песка $D = 0,2-0,25$ мм, как это рекомендуется действующими СНиПом, не могут обеспечить содержание песка в осадке первичных отстойников менее 5%, что необходимо для нормальной работы последующих сооружений.

2. Высокая эффективность задержания песка расчетных фракций и большое содержание в исходной воде песка с диаметром меньше расчетной фракции свидетельствуют о том, что исходя из условия достижения его концентрации в осадке первичных отстойников менее 5% расчет песколовков необходимо производить на удаление песка фракции 0,1 мм, а не 0,2–0,25 мм, как это предусмотрено действующим СНиПам.

3. Аэрируемые песколовки в сравнении с вертикальными и тем более горизонтальными не обеспечивают необходимого качества пескового осадка и уступают последним по эффективности задержания песка, кроме того, стоимость строительства аэрируемых песколовков из-за их большой глубины значительно выше, чем традиционных горизонтальных.

Отмеченные недостатки песколовков на КСА происходят из-за того, что по действующим СНиП 2.04.03-85 за счет поддержания скоростей движения воды не менее задаваемого предела (0,3 м/с) при задержании песка в песколовках одновременно стараются получить песковой осадок с минимальным содержанием органики, что противоречит требованию уменьшения скорости для максимального осаждения песка.

В зарубежной практике отказались от стремления получить в песколовке песковой осадок с минимальным содержанием органики. Для максимального удаления песка время пребывания воды в песколовке следует назначать в пределах 15–30 мин, что подтверждается зарубежной практикой эксплуатации, т.е. песколовка работает как предварительный отстойник.

Поскольку увеличение длины песколовков во многих случаях нереально из-за невозможности размещения песколовков в существующие планировочные решения, то в этом случае следует интенсифицировать процессы очистки конструктивным нестандартным оборудованием.

Значительное влияние на эффективность улавливания песка оказывает полнота выгрузки задержанного в песколовке осадка, зависящая от надежности выгрузочных механизмов.

В 1980-х годах механическое перемещение осадка вдоль песколовки было заменено гидромеханическим, для которого использовалась труба диаметром 200 мм с 84 sprays диаметром 10 мм каждый. Многолетняя эксплуатация этой системы также показала ее ненадежность, выразившуюся в систематическом засорении sprays и накоплении песка на днище лотка в виде валиков.

Необходимо обратить внимание, что гидроэлеваторы, предназначенные для откачки пескового осадка, из-за абразивного износа сопла и горловины периодически выходили из строя.

При реконструкции выгрузку пескового осадка вместо гидроэлеватора можно производить грунтовым насосом типа ГРАТ, имеющим более высокий КПД (48–50%) по сравнению с гидроэлеватором (15–20%). Забор осадка из каждой песколовки к насосу производится подъемным оголовком, соединенным с всасывающей трубой насоса через шарнир, что позволяет осмотреть и очистить всасывающее отверстие оголовка, не опорожняя песколовки.

Песковой осадок с песковых площадок не может быть утилизирован или депонирован, так как содержит большое количество органических загрязнений и является опасным в бактериальном отношении. Для придания песковому осадку безопасных в санитарном отношении необходима его обработка. В соответствии с технологической схемой реконструкции песковой осадок, выгружаемый из песколовков всех блоков, необходимо собирать в

буфере-накопителе. Для обеспечения постоянства консистенции и расхода пульпы в дневную смену осадок из накопителя насосом через гидроциклон подается в шнековый пескопромыватель, а оттуда поступает на виброгрохот (сито) с прозорами 2 мм, где от песка отделяется крупная органика (семечки, косточки фруктов, кости и т.п.) и поступает в бункер-шламонакопитель. Песок из подгрохотного пространства через зумпф насосом подается в чан-пропариватель с мешалкой, где подвергается дезинфекции термическим методом. Обеззараженный песок дополнительно промывается водой, обеззараживается в шнековом промывателе и поступает в песковой бункер. Из бункеров шлам вывозится на свалку, а песок – на утилизацию. Промывные воды возвращаются в песколовку.

Многолетний статистический анализ работы песколовок показывает, что расчет песколовок следует производить на задержание песка крупностью фракции 0,1 мм, а не 0,15-0,25 мм, как это предусмотрено существующими нормативными требованиями.

Для обработки осадка песколовок может быть также принята одностадийная схема, которая заключается в отмывке пескового осадка от органических примесей методом гидравлической классификации, осуществляемой в напорных гидроциклонах ГЦР-500 и спиральных классификаторах КС1-12, с получением конечного продукта с зольностью 80–85% и влажностью около 30%.

Задание 2. Реконструкция канализационных насосных станций

Насосные станции систем водоотведения – это комплекс сооружений и оборудования, обеспечивающий отведение сточных вод в соответствии с нуждами потребителя. Насосные станции обеспечивают подачу сточных вод на очистные сооружения, если рельеф местности не позволяет отводить эти воды самотеком. Строительство насосных станций позволяет также избежать большого заглубления самотечных коллекторов.

Тип насосной станции водоотведения определяется: глубиной заложения подводящего коллектора; объемом сточных вод, поступающих на насосную станцию; видом перекачиваемой сточной жидкости; гидрогеологическими условиями строительства; типом устанавливаемых насосных агрегатов и способом их управления.

По роду перекачиваемой жидкости насосные станции водоотведения делятся на четыре группы: для перекачивания бытовых сточных вод, производственных сточных вод, атмосферных вод и осадков, образующихся на очистных сооружениях.

К насосным станциям, перекачивающим производственные стоки, предъявляется ряд требований, учитывающих агрессивность сточной жидкости по отношению к бетону, чугуну, стали. Также необходимо применять специальные насосы и устройства для периодической промывки установок чистой водой.

Насосные станции для перекачки атмосферных вод сооружают на сетях в тех случаях, когда отсутствует возможность их транспортировки самотеком к месту сброса.

Насосные станции для транспортировки осадков находятся в едином комплексе сооружений очистки сточной жидкости и обработки осадков. Они служат для перекачки сброшенного осадка и активного ила на сооружения для дальнейшей их обработки.

В зависимости от места расположения в общей схеме водоотведения города и выполняемых функций станции могут быть:

– локальные – предназначены для транспортировки сточных вод от отдельно стоящих зданий, административно-хозяйственных помещений, домов индивидуальной застройки и т.п. в самотечные коллекторы;

– районные – осуществляют транспортировку сточных вод от жилых микрорайонов из лежащих ниже коллекторов в лежащие выше;

– главные – перекачивают сточную жидкость, отводимую со всей территории города на очистные сооружения.

В настоящее время при проектировании насосных станций водоотведения предусматривается строительство в едином комплексе с насосной станцией аварийно-регулирующих или аварийных резервуаров для сглаживания неравномерности притока сточных вод или обеспечения надежной работы системы водоотведения в аварийных ситуациях (отключение энергоснабжения насосных станций или создавшаяся аварийная обстановка на насосных станциях и др.).

Состав оборудования, его конструктивные особенности, тип, количество основного и вспомогательного оборудования определяется исходя из объема сточных вод, поступающих на насосные станции.

Конструктивные особенности насосных агрегатов обуславливаются составом перекачиваемой сточной жидкости, который характеризуется большим количеством крупных и мелких включений.

В насосных станциях помимо насосных агрегатов для перекачки сточных вод и других видов жидкостей устанавливаются решетки (решетки с ручной или механизированной очисткой, решетки-дробилки). Одним из важнейших элементов надежности работы насосных станций является запорно-регулирующая арматура: затворы, задвижки, обратные клапаны.

Для проведения монтажных, ремонтных и профилактических работ в надземной и подземной частях насосной станции устанавливаются грузоподъемные механизмы (кошки и тали, подвесные кран-балки, мостовые краны).

Для пуска, регулирования в процессе работы насосного агрегата и его остановки, а также для управления запорно-регулирующими устройствами, дренажным насосом и т.д. в надземной части в специальных помещениях монтируется энергетическое оборудование и оборудование для управления работой насосными агрегатами, запорной и регулирующей арматурой, а также щиты с контрольно-измерительными приборами и автоматикой (оборудование КИПиА).

Необходимость в реконструкции канализационных насосных станций (КНС) возникает вследствие изменения графика притока сточных вод и их количества, а также вследствие изменения гидравлической характеристики напорных водоводов. Чаще всего возникает необходимость увеличить производительность насосной станции и развиваемый ею напор. Наиболее простым решением может быть установка дополнительных рабочих насосов, если для этой цели были предусмотрены свободные фундаменты или замена существующих насосов на более мощные. В обоих случаях может возникнуть проблема необходимости увеличения мощности трансформаторов.

Предварительный экономический анализ реконструкции может производиться по соотношению укрупненных объемов строительных работ, устанавливаемого оборудования и основных параметров работы насосных станций (перекачиваемых расходов воды, создаваемых напоров и др.).

Поэтому в анализе состояния насосной станции в обязательном порядке должны быть установлены следующие данные: состояние строительных конструкций, особенно в подвальной части здания с уточнением ее водонепроницаемости; наличие и состояние системы вентиляции в помещении решеток, машинном зале и подсобных помещениях, наличие и состояние систем водоснабжения и канализации; наличие и состояние системы отопления; определение марки и типов установленных насосов и электродвигателей; уточнение их состояния; состояние всасывающих и напорных трубопроводов и запорно-регулирующей арматуры; наличие и состояние решеток на крупных станциях с определением состояния строительных конструкций зданий решеток, состояние и комплектность механизированных решеток, дробилок и другого подсобного оборудования; состояние электроосвещения, энергообеспечение насосной станции и степень ее автоматизации.

Реконструкцию насосной станции возможно осуществлять следующими методами:

- заменой насосных агрегатов на более производительные современные;
- установкой современного оборудования пуска и регулирования работы насосными агрегатами (высокочастотные преобразователи);
- изменением технологической схемы работы насосной станции с полной перепланировкой подземной части (вся подземная часть, включая машинное отделение, переделывается в приемный резервуар с установкой погружных насосов);
- изменением технологической схемы работы насосной станции с полной перепланировкой подземной части и установкой погружных насосов с системой «плавного пуска» (частное регулирование) с новой системой КИПиА;
- изменением технологической схемы работы насосной станции с устройством регулирующего резервуара, включая все вышеперечисленные мероприятия.

На рис. 3. приведены схемы типовых проектных решений расположения насосных станций, применяемых для перекачки сточных вод в системах водоотведения.

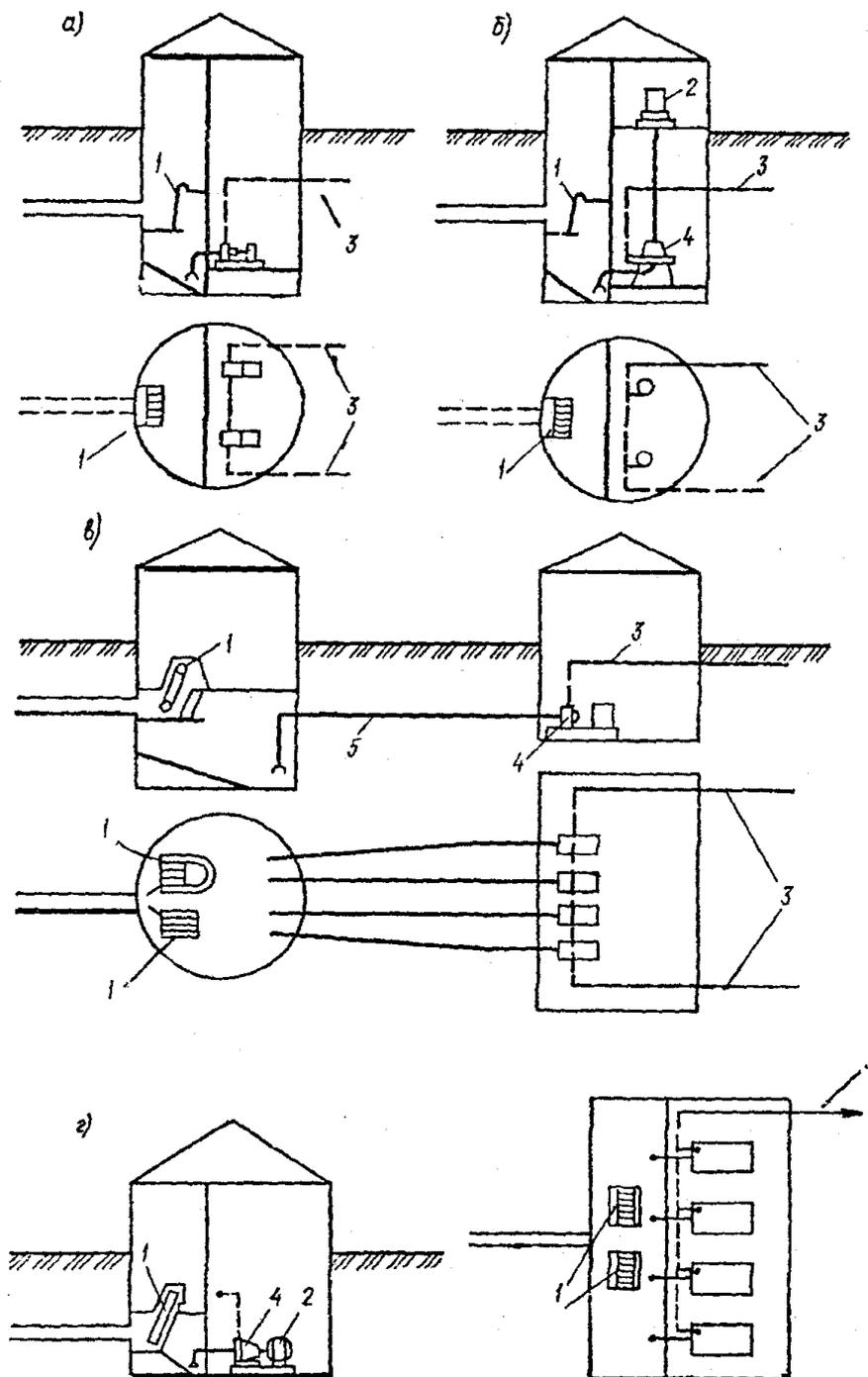


Рис. 3. Схемы насосных станций:
а, б – шахтного типа соответственно с горизонтальными и вертикальными насосами; *в* – с отдельно стоящим приемным резервуаром; *г* – прямоугольная в плане; *1* – решетка; *2* – электродвигатель; *3* – напорный трубопровод; *4* – насос; *5* – всасывающий трубопровод

Многообразие условий проектирования обуславливает применение разнообразных схем и конструкций насосных станций. Рассмотренными выше схемами станций не исчерпываются возможные их варианты. В зависимости от условий проектирования могут быть применены различные комбинации из описанных выше схем.

3. ЗАДАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Тема 1. Реконструкция систем и сооружений водоснабжения

1. Определение необходимой эффективности работы водопроводных очистных сооружений (ВОС). Выбор технологической схемы реконструкции.
2. Новые фильтрующие материалы для фильтров водоподготовки. Реконструкция фильтров. Реконструкция отстойников в тонкослойные.
3. Выбор оптимального метода обеззараживания воды. Новые методы обеззараживания воды.
4. Схемы обработки и утилизации осадков ВОС. Пути реконструкции сооружений по обработке осадка и регенерации реагентов из осадков.
5. Оптимизация работы водопроводных насосных станций. Реконструкция водопроводных сетей.
6. Особенности реконструкции систем внутреннего водопровода при моральном и физическом износе оборудования. Методы повышения надежности и долговечности сетей арматуры, оборудования при реконструкции внутреннего водопровода.
7. Компактные и мобильные малые очистные сооружения.

Тема 2. Реконструкция систем и сооружений водоотведения

1. Реальные условия приема сточных вод в водоем или промышленных сточных вод в городскую канализацию.
2. Анализ работы сооружений механической очистки сточных вод (решеток, песколовок, отстойников).
3. Реконструкция сооружений механической очистки сточных вод. Интенсификация работы существующих сооружений механической очистки сточных вод.
4. Анализ работы сооружений биологической очистки – биофильтров (для сточных вод). Разработка вариантов реконструкции биофильтров.
5. Анализ работы сооружений биологической очистки сточных вод аэротенков. Основные направления реконструкции и интенсификации существующих аэротенков.
6. Новые современные системы аэрации сточных вод в аэротенках.
7. Анализ работы вторичных отстойников. Реконструкция вторичных отстойников.
8. Способы и методы реконструкции сооружений по доочистке сточных вод.
9. Использование новых способов обеззараживания воды. Реконструкция контактных резервуаров.
10. Методы и способы реконструкции сооружений по обработке осадков сточных вод.
11. Обеззараживание осадков, разработка методов и способов реконструкции сооружений по обеззараживанию.

4. ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Перед выполнением самостоятельной работы необходимо просмотреть весь теоретический материал по рассматриваемой теме, выделить основные принципиальные закономерности, формулировки, а также технологические особенности систем и сооружений.

На вопросы для самопроверки можно отвечать в письменном виде или устно кратко, но не в ущерб ясности и полноте изложения, употребляя правильную терминологию.

Самостоятельное решение задач требует не только знаний теории вопроса, но и умений правильно применять расчётные формулы и зависимости.

Самостоятельная работа содержит элементы контекстного обучения, предусматривающего анализ ситуации и принятие правильного решения.

5. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы фронтальные опросы на семинарских и практических занятиях, коллоквиумы, зачеты, тестирование, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и др.

Критериями оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения учебного материала;
- умение использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- полнота общеучебных представлений, знаний и умений по изучаемой теме, к которой относится данная самостоятельная работа;
- обоснованность и четкость изложения ответа на поставленный по внеаудиторной самостоятельной работе вопрос;
- оформление отчетного материала в соответствии с известными или заданными преподавателем требованиями, предъявляемыми к подобного рода материалам.

6. СИСТЕМА ТРЕНИНГА И САМОПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ

1. Сущность метода реконструкции трубопроводов «труба в трубе» заключается в следующем:

а) разрушение старого трубопровода дробящим снарядом и протягивание нового;

б) в изношенный трубопровод вводятся новые полимерные трубы меньшего диаметра;

в) облицовка внутренних поверхностей трубопроводов гибкими рукавами.

2. При реконструкции трубопроводов с использованием облицовочных материалов, которые наносятся на внутренние поверхности трубопроводов, прочистка трубопроводов является обязательным предварительным этапом:

а) да;

б) нет;

3. Механический способ прочистки трубопроводов позволяет прочистить:

а) относительно прямолинейные участки трубопроводов;

б) любые;

в) труднодоступные.

4. Наиболее распространенная технология бестраншейного ремонта трубопроводов в странах Европы:

а) «труба в трубе»;

б) цементно-песчаная облицовка внутренней поверхности;

в) «чулочная технология».

5. Предварительное уменьшение диаметра полиэтиленовых труб, способных сохранять память формы, перед введением их в изношенный трубопровод производят путем нагрева труб до температуры:

а) до 30°C;

б) до 40°C;

в) до 70°C.

6. Улучшение работы решеток – сооружений механической очистки сточных вод – возможно за счет:

а) уменьшения ширины прозоров решетки;

б) увеличения скорости движения стоков через решетку ($V > 1,0$ м/с);

в) увеличения количества существующих решеток.

7. Повышение эффекта задержания песка в песколовках горизонтального типа с прямолинейным движением воды можно достичь за счет:

а) увеличения скорости движения стоков в песколовки ($V > 0,3$ м/с);

б) стабилизации скорости движения стоков и поддержания ее в пределах от 0,15 до 0,3 м/с;

в) увеличения количества выгрузок песка из песколовки.

8. Интенсифицировать работу аэротенков можно путем:
- а) увеличения количества секций аэротенков;
 - б) увеличения дозы активного ила;
 - в) увеличения концентрации органических веществ в стоках, поступающих в аэротенк.
9. Для интенсификации процесса отстаивания в первичных отстойниках можно:
- а) применять реагенты-коагулянты;
 - б) увеличить количество мелкодисперсных взвешенных веществ;
 - в) чаще удалять сырой осадок из отстойников.
10. Назовите новый загрузочный материал, который используется при реконструкции биофильтров:
- а) кварцевый песок;
 - б) щебень;
 - в) плоскостные элементы из пластмасс.
11. Назовите направление реконструкции иловых площадок:
- а) усовершенствование дренажных систем для отвода иловой воды;
 - б) уменьшение нагрузки на иловую площадку;
 - в) увеличение высоты напуска осадка на площадку.
12. Для улучшения влагоотдачи осадка перед подачей на иловые площадки его нужно:
- а) уплотнить;
 - б) подвергнуть реагентной обработке.
13. Для интенсификации работы метантенков необходимо:
- а) перейти на непрерывную загрузку и выгрузку осадка;
 - б) увеличить количество сооружений;
 - в) уменьшить количество работающих сооружений.
14. Для интенсификации работы аэробных стабилизаторов необходимо:
- а) увеличить количество сырого осадка в смеси осадка, подаваемого в стабилизаторы;
 - б) повысить температуру стабилизируемого осадка.
15. Для интенсификации работы фильтров доочистки сточных вод необходимо:
- а) увеличить скорость фильтрования воды;
 - б) увеличить высоту загрузки;
 - в) заменить традиционную объемную загрузку из кварцевого песка на плавающую загрузку из пенополистирола.
16. Интенсифицировать работу вторичных канализационных отстойников можно:
- а) чаще удалять активный ил;
 - б) перевести в режим тонкослойного отстаивания;
 - в) увеличить время отстаивания.

17. На сколько процентов снижается концентрация взвешенных веществ и органических веществ в сточных водах после преаэраторов?

- а) 60–70%;
- б) 80–90%;
- в) 20–25%.

18. Эффект очистки сточных вод по взвешенным веществам в осветлителях достигает:

- а) 70%;
- б) 50%;
- в) 40%.

19. Перспективным способом обеззараживания воды на водопроводных очистных сооружениях является:

- а) хлорирование;
- б) УФ-облучение;
- в) использование NaClO .

20. На сколько процентов снижаются концентрации взвешенных и органических веществ в сточных водах после биокоагуляторов?

- а) 40–50%;
- б) 20–25%;
- в) 60–70%.

21. Назовите более перспективное сооружение для доочистки сточных вод:

- а) песчаный фильтр;
- б) каркасно-засыпной фильтр;
- в) барабанные сетки.

22. Уточнить метод очистки сточных вод в связи с изменившимися условиями: река – приемник очищенных сточных вод переведена из культурно-бытового и питьевого назначения II категории в рыбохозяйственный вид водопользования I категории:

| было | стало |
|------------------------------------|-------------------------------------|
| $C_{ex} = 16,6 \text{ мг/л}$ | $C_{ex} = 12,0 \text{ мг/л}$ |
| $L_{ex}^{БПК20} = 18 \text{ мг/л}$ | $L_{ex}^{БПК20} = 8,2 \text{ мг/л}$ |
| $L_{ex}^{O_2} = 6,8 \text{ мг/л}$ | $L_{ex}^{O_2} = 3,66 \text{ мг/л}$ |

а) полная биологическая очистка;
б) полная биологическая очистка с доочисткой;
в) полная биологическая очистка с доочисткой и насыщением кислородом воздуха.

23. Уточнить метод очистки сточных вод в связи с изменившимися условиями: река – приемник очищенных сточных вод переведена из культурно-бытового и питьевого назначения I категории в рыбохозяйственный вид водопользования II категории:

было

$$C_{\text{ex}} = 20,4 \text{ мг/л}$$

$$L_{\text{ex}}^{\text{БПК}_{20}} = 15,6 \text{ мг/л}$$

$$L_{\text{ex}}^{\text{O}_2} = 9,0 \text{ мг/л}$$

стало

$$C_{\text{ex}} = 4,5 \text{ мг/л}$$

$$L_{\text{ex}}^{\text{БПК}_{20}} = 4,7 \text{ мг/л}$$

$$L_{\text{ex}}^{\text{O}_2} = 3,8 \text{ мг/л}$$

- а) полная биологическая очистка с доочисткой;
- б) полная биологическая очистка с глубокой доочисткой и насыщением кислородом воздуха ;
- в) полная биологическая с глубокой доочисткой.

24. На существующие канализационные очистные сооружения стали подаваться стоки с увеличившейся концентрацией взвешенных веществ со 180 мг/л до 350 мг/л. Предложите правильное решение:

- а) необходимо интенсифицировать работу песколовок;
- б) необходимо интенсифицировать работу вторичных отстойников;
- в) необходимо интенсифицировать работу первичных отстойников.

25. На существующие канализационные очистные сооружения стали подаваться стоки с увеличившейся концентрацией органических веществ со 145 мг/л до 250 мг/л:

- а) необходимо интенсифицировать работу решеток;
- б) необходимо интенсифицировать работу аэротенков;
- в) необходимо интенсифицировать работу контактных резервуаров.

26. Метод очистки сточных вод на существующих очистных сооружениях изменился: был – неполная биологическая очистка; стал – полная биологическая с доочисткой. Укажите дозу хлора для обеззараживания стоков в связи с изменившимися условиями:

- а) 3 мг/л;
- б) 5 мг/л;
- в) 10 мг/л.

27. При каком направлении реконструкции водопроводных очистных сооружений требуются большие капитальные затраты на строительство?

- а) интенсивном;
- б) экстенсивном.

28. Укажите тип водопроводных труб, наиболее применяемых в настоящее время, при строительстве наружных сетей:

- а) чугунные;
- б) асбестоцементные;
- в) пластмассовые.

29. Перед вводом реконструированного облицовочного трубопровода в эксплуатацию имеющиеся ответвления открываются изнутри трубопровода:

- а) вручную;
- б) при помощи робототехнической установки с дистанционным управлением.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Павлинова, И.И. Водоснабжение и водоотведение: учебник для бакалавров [Текст] / И.И. Павлинова, В.И. Баженов, И.Г. Губий. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2015.
2. Абрамов, Н.Н. Водоснабжение [Текст]: учебник для вузов / Н.Н. Абрамов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Интеграл, 2014.
3. Орлов, В.А. Водоснабжение [Текст]: учебник / В.А. Орлов, Л.А. Квитка. – М.: ИНФРА-М, 2015.
4. Фрог, Б.Н. Водоподготовка [Текст]: учебник для вузов / Б.Н. Фрог, А.Г. Первов. – М.: АСВ, 2014.
5. Воронов, Ю.В. Водоотведение [Текст]: учеб. издание / Ю.В. Воронов, Е.В. Алексеев, Е.А. Пугачев. – М.: АСВ, 2014.
6. Орлов В.А. Бестраншейные технологии [Текст]: учебник / В.А. Орлов, И.С. Хантаев, Е.В. Орлов. – М.: АСВ, 2011.
7. Белоконев, Е.Н. Водоотведение и водоснабжение [Текст]: учебное пособие для бакалавров / Е.Н. Белоконев, Т.Е. Попова, Г.Н. Пурас. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ростов н/Д: Феникс, 2012.
8. Татура, А.Е. Реконструкция систем и сооружений водоснабжения и водоотведения [Текст]: учеб. пособие / А.Е. Татура. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2003.
9. Краснов, В.И. Реконструкция трубопроводных инженерных сетей и сооружений [Текст]: учеб. пособие / В.И. Краснов. – М.: ИНФРА-М, 2008.
10. Саломеев, В.П. Реконструкция инженерных систем и сооружений водоотведения [Текст]: моногр. / В.П. Саломеев. – М.: АСВ, 2009.

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|----|
| ПРЕДИСЛОВИЕ..... | 3 |
| 1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ..... | 4 |
| 2. ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ | 4 |
| 3. ЗАДАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ | 17 |
| 4. ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ | 18 |
| 5. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ..... | 18 |
| 6. СИСТЕМА ТРЕНИНГА И САМОПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ..... | 19 |
| РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА..... | 23 |

Учебное издание

Сафронов Максим Александрович

РЕКОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМ И СООРУЖЕНИЙ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

Методические указания
для самостоятельной работы
по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство»

Редактор Н.Ю. Шалимова
Верстка Н.В. Кучина

Подписано в печать 13.09.2016. Формат 60x84/16.
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.
Усл.печ.л. 1,395. Уч.-изд.л. 1,5. Тираж 80 экз.
Заказ № 577.

Издательство ПГУАС.
440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28.