



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ

**СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

ДНИ СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУКИ

Сборник докладов научно-технической конференции
по итогам научно-исследовательских работ
студентов института инженерно-экологического строительства
и механизации
(*Москва, 12–16 марта 2018 г.*)

© Национальный исследовательский
Московский государственный
строительный университет, 2018

ISBN 978-5-7264-1866-7

Москва
2018

УДК 621.8 + 628 + 69:059

ББК 39.9

Д54

Д54 **Дни студенческой науки** [Электронный ресурс] : сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института инженерно-экологического строительства и механизации (Москва, 12–16 марта 2018 г.) / М-во образования и науки Рос. Федерации, Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т. — Электрон. дан. и прогр. (17,9 Мб). — Москва : Издательство МИСИ–МГСУ, 2018. — Режим доступа: <http://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-devatelnost/izdaniya/izdaniyaotkrdostupa/> — Загл. с титул. экрана.
ISBN 978-5-7264-1866-7

Содержатся доклады студентов, представленные на научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов «Дни студенческой науки». В рамках конференции работали следующие секции института инженерно-экологического строительства и механизации НИУ МГСУ: секция автоматизации и электроснабжения; секция водоснабжения и водоотведения; секция механизации строительства; секция организации, механизации, технологии жилищно-коммунального строительства и хозяйства; секция развития жилищно-коммунального комплекса; секция реконструкции и технической эксплуатации зданий; секция теплогазоснабжения и вентиляции.

Научное электронное издание

*Материалы публикуются в авторской редакции.
Авторы опубликованных материалов несут ответственность
за достоверность приведенных в них сведений.*

© Национальный исследовательский
Московский государственный
строительный университет, 2018

Ответственная за выпуск *Н.С. Севрюгина*

Институт инженерно-экологического строительства и механизации
(ИИЭСМ НИУ МГСУ).

Тел.: +7 (495) 730-62-53

e-mail: ijesm@mgsu.ru

Сайт: www.mgsu.ru

<http://mgsu.ru/universityabout/Struktura/Instituti/IESM/kontakty/>

Для создания электронного издания использовано:

Microsoft Word 2013, ПО Adobe Air

Верстка макета *А.С. Овсиенко*

Подписано к использованию 31.05.2018. Объем данных 17,9 Мб

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский

Московский государственный строительный университет».

129337, Москва, Ярославское ш., 26.

Издательство МИСИ–МГСУ.

Тел.: (495) 287-49-14, вн. 13-71, (499) 188-29-75, (499) 183-97-95.

E-mail: ric@mgsu.ru, rio@mgsu.ru

ОГЛАВЛЕНИЕ

СЕКЦИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ И ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

<i>Богданов И.В.</i> Автоматизация процесса получения стекломассы в ванной печи непрерывного действия.....	10
<i>Мальченкова Е.С.</i> Автоматизация управления инженерными системами цокольного этажа ТЦ	13
<i>Мокеева О.Д.</i> Автоматизация приточно-вытяжной системы помещений для производства компонентов навигационной системы «ГЛОНАСС»	17
<i>Навасардян А.Г., Харьков Д.А.</i> Особенности применения СВЧ-ГЕОРАДАРА при поиске месторождений строительных материалов для заполнителей бетонной смеси	22
<i>Ниязов А.Р.</i> Автоматизация и электроснабжение технологического процесса производства шихты для изготовления стекла	27
<i>Чиркин Д.О.</i> Автоматизация технологического процесса производства строительных шлакоблоков.....	31

СЕКЦИЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

<i>Адиханова Р.Д., Трофимова К.Г., Захаров И.А.</i> Охрана водных объектов города Москвы от загрязнения поверхностными сточными водами	38
<i>Айбазов А.Т.</i> Технология сверхкритического водного окисления.	42
<i>Безруков М.А., Гагулина А.Э., Голубева М.И.</i> Анализ гидрологической ситуации в районе парка Останкино	45
<i>Бусарева Е.А.</i> Исторические этапы развития систем водоснабжения и водоотведения от древнего Рима до эпохи Возрождения	52
<i>Васютина О.В., Нестеренко А.А.</i> Повторное использование очищенных сточных вод. Мембранные методы очистки.....	56
<i>Герасимов В.А.</i> К вопросу о нейтрализации цианистых соединений при проведении средозащитных мероприятий при извлечении тонковкрапленной самородной меди из коренных пород	62
<i>Гурьева Д.В., Комарова Е.А.</i> Радиационное загрязнение водной среды	67
<i>Звягин И.П., Герусова А.Г.</i> Доочистка водопроводной воды	72
<i>Комарова Е.А., Гурьева Д.В.</i> К вопросу об улучшении забора воды из поверхностных источников	78
<i>Корнев Н.А.</i> Оптимизация доочистки в биопрудах	81
<i>Кочетов В.В.</i> Малые очистные сооружения	84
<i>Нестеренко А.А., Васютина О.В.</i> Мембранный биореактор. Экономические параметры.....	90

<i>Овсиенко А.С.</i> Методы интенсификации биологической очистки сточных вод от соединений азота и фосфора.....	94
<i>Пещеркина С.Ю., Говоров В.О., Назаров Д.Я.</i> Оценка эффективности работы водопроводных очистных сооружений	102
<i>Пипко Д.А.</i> Мембранные технологии в области водоподготовки и очистки коммунальных и промышленных сточных вод.....	106
<i>Прокопьева А.И.</i> Станция водоподготовки Svartediket (г. Берген, Норвегия).....	110
<i>Рудич У.С., Осипов Д.А., Говоров В.О., Ромаш Д.А.</i> К вопросу о снижении тригалогенметанов в питьевой воде.....	115
<i>Семенова Д.П., Тайбарей В.В.</i> Особенности систем внутреннего водоснабжения и водоотведения новых жилых домов	120
<i>Тайбарей В.В., Некрасова К.И.</i> Новые тенденции в проектировании системы поливочного водопровода высотных зданий	123
<i>Цой В.Е.</i> Устойчивость экосистем	126
<i>Цой В.Е., Семенова Д.П.</i> История строительства канала имени Москвы	129

СЕКЦИЯ МЕХАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

<i>Зотов О.А., Гоева Е.М.</i> Модернизация металлоконструкции рабочего оборудования рабочего оборудования экскаватора	133
<i>Ильичев И.А.</i> Модернизация бегунов СМ 685 для измельчения и перемешивания массы.....	137
<i>Панова Ю.Е.</i> Вторичное использование бытовых отходов	140
<i>Роговченко С.П.</i> Испытания электрического и гидроимпульсного гайковерта на вибрацию.....	143
<i>Рогозин С.М.</i> Разработка устройства для очистки опалубки поддонов при производстве ЖБИ	151
<i>Рыжов С.И.</i> Модернизация бетоноукладчика с разработкой привода бункера	156
<i>Силаев К.А.</i> Модернизация малых очистных сооружений канализации.....	160
<i>Стракович В.Е.</i> Оценка прочности корпусной детали ручного электромолотка	164
<i>Фролов Д.В.</i> Сравнительные испытания ручных шуруповертов.....	167
<i>Чегодаев С.В.</i> Разработка электромеханического привода толкателя поддонов с ЖБИ в камеру тепловой обработки	172
<i>Чемоданова А.И.</i> Проблемы строительного-технологического освоения территорий арктической зоны.	178

СЕКЦИЯ ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ

<i>Балков Б.А.</i> Особенности теплопроводов системы отопления из различных материалов.....	183
<i>Бойченко А.А., Могилат В.Н.</i> Определение удельного потребления тепловой энергии для расчета газопотребления в жилых домах с индивидуальным теплоснабжением.....	187
<i>Большдырев Е.М.</i> Выбор оптимальной схемы газораспределения	190
<i>Гончаров С.А.</i> Эффективность применения блочного пеностекла для жилищно-индивидуального строительства в условиях Московской области.....	194
<i>Гулюкин М.Д.</i> Сравнительный анализ централизованного теплоснабжения и автономных источников тепловой энергии на примере крышной котельной.....	198
<i>Дмитриенко М.А., Семичева Н.О.</i> Оценка теплотехнической однородности наружной стены при изменении теплопроводности конструктивного слоя.....	202
<i>Дютин В.В.</i> Сравнение различных методик определения тепловой нагрузки на отопление жилого здания.....	206
<i>Журавлев А.В., Жостик А.А.</i> Целесообразность применения децентрализованного теплоснабжения от крышных котельных в условиях города Москвы.....	211
<i>Иванова А.О., Чернышова А.М.</i> Выбор энергетически целесообразной теплозащиты отапливаемых зданий	216
<i>Иванова В.С.</i> Увеличение затрат тепловой энергии на отопление при организации подземной парковки в жилом доме	220
<i>Киричек Ю.А., Ландырев С.С.</i> Возможности прямого использования вентиляции для ассимиляции теплоизбытков в помещении	224
<i>Кожевник Т.Д.</i> Влияние климатических показателей на экономически целесообразный выбор теплозащиты здания	229
<i>Ландырев С.С., Киричек Ю.А.</i> Энергетическая целесообразность использования сухого охладителя для ассимиляции теплоизбытков в помещении	233
<i>Лактюнькин А.В.</i> Применение аналитических зависимостей определения удельных потерь давления при гидравлическом расчете газопроводов.....	238
<i>Морозов А.А.</i> Движение пыли в жилом помещении.....	241
<i>Разаков М.А., Чернова Р.В.</i> Современные возможности обследования сборных каналов систем естественной вентиляции	245
<i>Рыбаков А.С.</i> Влияние качества и размера окна на радиационную обстановку в помещении	249
<i>Смирнов А.А.</i> Использование децентрализованных крышных установок в торговых залах	253

СЕКЦИЯ ОРГАНИЗАЦИИ, ТЕХНОЛОГИИ И РАЗВИТИЯ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА И ХОЗЯЙСТВА

<i>Абдулаки В., Поликанова В.В.</i> Эксплуатационная надежность железобетонных пространственных покрытий зданий в условиях жаркого климата	258
<i>Бачевская А.А.</i> Применение специальных красок для утепления фасадов и для антиобледенения карнизов металлических крыш	262
<i>Бутузов А.Н., Харламов А.В.</i> Перспектива горизонтального развития малых городов.....	266
<i>Великонская М.К.</i> Прогнозирование возникновения чрезвычайных ситуаций, влияющих на долговечность зданий и сооружений	270
<i>Вихорева А.И.</i> Современное котельное оборудование	275
<i>Гусарь О.А., Балакирева В.В.</i> Особенности эксплуатации несущих конструкций из высокопрочного бетона в высотных зданиях на примере московского международного делового центра Москва-Сити.....	282
<i>Евсеева К.А.</i> Применение подъемного оборудования при реконструкции жилых зданий	286
<i>Ермолаева А.А.</i> Проект автономного экоселения. Зарубежный опыт	295
<i>Котова Л.О.</i> Инновационные технологии капитального ремонта многоквартирных домов	301
<i>Кузина Е.С.</i> Современные методы обследования и расчета несущих железобетонных конструкций при реконструкции и переустройстве зданий	306
<i>Михайлова А.А.</i> Формирование логистических схем для рациональной утилизации отходов в результате проведения реновации в г. Москве	315
<i>Никишаева И.Ю.</i> Новые технологии, применяемые при строительстве спортивных объектов	320
<i>Плеснак О.В.</i> Восстановление эксплуатационных характеристик ограждающих конструкций зданий (осушение и повышение их водонепроницаемости).....	327
<i>Плотников А.Д.</i> Перспективные направления применения BIM технологий в эксплуатации	330
<i>Плюснина Е.В.</i> Инновационные строительные материалы. Углепластик	334
<i>Текеев А.С.</i> Зарубежный опыт применения BIM технологий в строительстве и эксплуатации зданий.....	338
<i>Трунтов П.С.</i> Обзор программного обеспечения для работы с информационной моделью (BIM) объектов ЖКХ при эксплуатации.....	343
<i>Филиппов И.Д.</i> Инновационный метод монтажа стальных трубопроводов при помощи пресс-системы	348

<i>Хадеев А.П.</i> Мягкие ограждающие конструкции в тентовых сооружениях, отечественный и зарубежный опыт.....	352
<i>Харламова А.Р.</i> Применение кранового оборудования при строительстве жилых зданий	357
<i>Черкас А.Д.</i> Применение композитной арматуры при усилении железобетонных изгибаемых элементов в рамках надстройки здания.....	362
<i>Шамин П.А.</i> Применение метода инъектирования для гидроизоляции фундамента.....	366

СЕКЦИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ ЖКК

<i>Акопян Г.Л.</i> Реновация жилой застройки в крупных городах	371
<i>Безуглый А.В.</i> Техничко-экономические аспекты модернизации инженерного оснащения многофункциональных комплексов.....	378
<i>Голубева Н.С.</i> Обследование оснований фундаментов здания ТЦ ИКЕА	385
<i>Гусарова А.А.</i> Показатели качества организации диспетчерского обслуживания жилищного фонда	389
<i>Дружинина В.В.</i> Влияние отказов кровли на остаточный срок ее службы.....	394
<i>Журавлев Н.Р.</i> Применение инновационных ресурсосберегающих технологий при ремонте и реконструкции зданий и инженерных систем	398
<i>Калинкина Д.А.</i> Анализ принципов оценки эффективности работы управляющих компаний.....	402
<i>Козлакова Ю.Б.</i> Качество средств и объектов сопровождения гостинично-туристических комплексов.....	408
<i>Ларченкова А.А.</i> Анализ проблем определения ремонтпригодности многослойной конструкции на примере фасадных систем	412
<i>Попова В.С.</i> Повышение качества эксплуатации системы водоснабжения многофункционального торгово-развлекательного комплекса .	417
<i>Шаповаленко В.А.</i> Особенности выявления аварийного жилищного фонда в г. Москва по программе реновации	422

СЕКЦИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ
И ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ СТЕКЛОМАССЫ В ВАННОЙ ПЕЧИ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

*Богданов И.В., студент 4 курса 31 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Забора И.Г., доцент, к.т.н.*

По технологическому профилю и особенностям организационной производственной деятельности стекольная промышленность относится к категории, связанной со строительством и производством исходных материалов для других видов промышленности.

Растущую потребность в производстве стекла можно решить путём эффективного применения современных систем измерительной техники, автоматического контроля и регулирования. В настоящее время все большее количество стекловаренных печей приводится в действие посредством систем управления и автоматизации технологических процессов и охватывает все сферы производства стекла.

Процесс варки стекла осуществляется по следующим стадиям:

1. Зона силикатообразования. Температура до 900 °С.
2. Зона стеклообразования. Температура до 1300 °С
3. Дегазация (осветление). Температура до 1450 °С. Идет «кипение» стекломассы. Самая высокая температура.
4. Гомогенизация. Температура до 1400 °С. Происходит конвективное перемешивание стекломассы.
5. Студка. Температура понижается до температуры выработки 900 – 1100 °С.

На горелки печи подаётся топливный газ, который сгорает в присутствии воздуха. Воздух подаётся воздуходувкой в регенераторы, расположенные с двух сторон печи. В регенераторах воздух нагревается за счёт тепла от печи. Образующиеся дымовые газы выходят из печи и через дымовую трубу и удаляются в атмосферу.

Шихта со стеклобоем поступает в стекловаренную печь, в которой производится варка, представляющая собой процесс плавления больших объёмов шихты за относительно короткий период времени.

Стекломасса, идущая из печи, распределяется выработочным каналом по питателям стекломассы, ориентированных на изготовление разных видов продукции. В конце каждого питателя располагается стеклоформовочная машина, формирующая изделия и транспортирующая их к печи отжига.

Система автоматизации ТП получения стекломассы позволяет обеспечить:

1. Контроль температурного режима печи.
2. Контроль регулирования расхода топлива и воздуха.
3. Контроль и регулировку оптимального соотношения топливо-воздух.
4. Давление в стекловаренной печи и в системах подачи воздуха и газа.

5. Уровень стекломассы в стекловаренной печи.
6. Температурный режим выработанной части стекловаренной печи.
7. Химический анализ дымовых газов.

Шихта подается в печь конвейером при помощи электропривода конвейера 1и. Контроль уровня шихты в печи осуществляется датчиком уровня LE поз. 1а, выходной сигнал с которого поступает в регулятор.

Регулирующее воздействие с регулятора поступает на электромагнитный пускатель поз. 1и, управляющий электроприводом конвейера.

Для предотвращения аварии мотора ленты транспортера установлен датчик скорости 32а.

В функции системы автоматического управления процессом варки стекла входят контроль и управление работой пяти взаимосвязанных контуров варочной части печи, регулирующих расход газа, расход воздуха (поз. 2а), давление в печи, уровень стекломассы (1а) и перевод направления пламени.

Регулирование расхода воздуха на горение реализовано посредством изменения частоты вращения вала поз. 2и нагнетающего вентилятора Н1. Система поддерживает расход воздуха по уставке датчика поз. 2а или на таком уровне, чтобы содержание кислорода в отработанных газах, измеряемое кислородными датчиками поз. 3а и 4а, соответствовало заданной величине. Давление воздуха в магистрали соответствует 100 - 300 Па и измеряется датчиком 5а.

Клапаном К3 подается дымовоздушная смесь (ДВС) в печь и датчиком поз. 7а происходит измерение давления ДВС. Регулирование давления в печи происходит по сигналу датчика поз. 6а и электропривода поз. би.

Далее ДВС проходит регенераторы, в которых реализован контур регулирования температуры при помощи датчиков 8а и 9а и термоэлектронагревателей, управляемых магнитными пускателями 10ж и 9ж.

В зоне варки и в рабочей зоне осуществляется контроль температуры датчиками поз. 20а и 21а, 22а.

Главная регулируемая величина-температура в зоне осветления печи.

В зоне осветления реализована система регулирования температуры. С датчика поз. 23а выходной сигнал поступает в регулятор температуры. Выходной сигнал с регулятора главной регулируемой величины корректирует задание регулятору промежуточной величины - давления топливного газа, измеряемого датчиком давления поз. 11а. Регулирующее воздействие через пусковое устройство поступает на исполнительный механизм поз. 11и клапана К5 на линии подачи топливного газа к правым или левым горелкам печи через клапан К4. Воздух на горелки печи подается воздуходувками с правой и левой стороны печи с приводами поз. 27и, 28и. Давление воздуха в районе воздуходувок измеряется с помощью датчиков 27а, 28а.

Контроль содержания кислорода в дымовых газах, выбрасываемых в атмосферу, осуществляется датчиком поз. 29а.

Содержание кислорода в регенераторах измеряется датчиками поз. 3а и 4а. Выходной сигнал с датчика поступает в регуляторы, которые управ-

ляют подачей воздуха в смесь клапанами К1 и К2 с приводами поз. 3и и 4и. Регулирующее воздействие подается на исполнительные механизмы поз. 12д, 13д клапанов К6, К7 на линии подачи воздуха на горелки.

Контроль давления на трубопроводах газа, воздуха, дымовых газов обеспечивается датчиками – реле давления поз. 7а, 10а и 5а. При падении давления на трубопроводе газа или воздуха, при повышении давления дымовых газов в печи отключаются электроприводы воздуходувок, конвейера, закрываются клапана на линии подачи топливного газа в печь, управляемые исполнительными механизмами поз. 10и, 11и.

Заключение

Автоматизированная система управления технологическим процессом получения стекломассы выполняет все необходимые функции: контроль параметров, технологические защиты, автоматическое регулирование производительности. Автоматизация позволяет обеспечить наиболее устойчивый технологический режим работы оборудования при оптимальных параметрах их эксплуатации. Вследствие внедрения приборов автоматизации, очевидны следующие ожидаемые технологические и экономические эффекты:

- экономия топлива, сырья и материалов
- снижение себестоимости продукции
- повышение качества продукции
- достижение оптимальной загрузки технологического оборудования
- оптимизация режимов работы технологического оборудования

Библиографический список

1. Китайгородский И.И. Технология стекла. Том 1. Технология стекломассы. – М.: «Гос. изд-во легкой пром-сти», 1959. – 583 с.
2. Варка стекла в пламенных ваннах печей непрерывного действия // <http://msd.com.ua/tehnologiya-stroitel'nogo-i-tekhnicheskogo-stekla-i-shlakositallov/varka-stekla-v-plamennykh-vannykh-pechakh-neprepryvnogo-dejstviya/>
3. Устройство ванной для стекловаренной печи // <http://www.mirstekla-expo.ru/ru/ui/17032/>
4. Варка стекол в ваннах печей // <https://lektsii.org/7-64540.html>
5. Волков А.А. Современные и перспективные информационные технологии в строительстве. Промышленное и гражданское строительство. 2012. № 9. С. 5-6.
6. Волков А.А., Лебедев В.М. Формирование функциональных систем и интеллекта зданий. Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 1. С. 116-119.
7. Doroshenko A. Problems of modelling proportional–integral–derivative controller in automated control systems. В сборнике: MATEC Web of Conferences. 2017. С. 05013.

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫМИ СИСТЕМАМИ ЦОКОЛЬНОГО ЭТАЖА ТЦ

*Мальченкова Е.С., студентка 4 курса 32 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Мокрова Н.В., профессор, д.т.н.*



Рис.1. Цокольный этаж ТЦ «Апельсин»

Характеристики цокольного этажа ТЦ «Апельсин»:

- площадь 2491,6 кв. м.,
- 80% площади не используется (на данный момент),
- 20% используется под подсобные помещения.

На этаже проложены вентиляционные короба под приточную систему вентиляции.

Задача – использовать цокольное помещение площадью 1840 кв. м. под подземный паркинг, обосновать экономическую; экологическую и пр. функции.

Целевые решения:

- организация приточно-вытяжной систему вентиляции с отдельным контуром дымоудаления;
- снижение затрат на потребляемую тепловую или электрическую энергию;
- пожарная сигнализация; сигнализация аварий и контроль работы инженерных систем;
- сведение к минимуму человеческого фактора.

Комплексная автоматика приточно-вытяжных систем

Данный тип автоматизации является одним из самых распространенных, так как позволяет выполнять следующий набор функций:

- Поддержание температуры приточного воздуха в зависимости от температуры уставки контроллера, а также с корректировками в зависимости от температуры вытяжного воздуха или температуры базового помещения. То есть в случае, когда происходит рост температуры в помещении (или вытяжного воздуха общеобменных систем) автоматика выдает сигнал на исполнительные механизмы, что температуру приточного воздуха можно понизить до заданного диапазона. Градиент понижения температуры приточного воздуха не должен быть ниже температуры точки росы.

- Поддержание температуры обратного теплоносителя.
- Защита калорифера от обмерзания.
- Контроль засорения воздушного фильтра.
- Управление качеством воздуха в зависимости от наполненности помещения посетителями (например, в торговых центрах и ли кинозалах). С увеличением содержания CO_2 в вытяжном воздухе контроллер системы автоматике выдает сигнал на увеличение расходов воздуха для разбавления вредностей. При достижении нормируемых показателей системы могут выходить на минимальный расход, тем самым обеспечивается значительная экономия энергоресурсов.

- Управление работой вентиляторов приточных систем согласованно с работой вытяжных из общего объема помещений. Эта функция как нельзя просто позволяет осуществлять главные правила сбалансированных систем вентиляции. То есть когда требуется снижение расхода приточного воздуха, система автоматике пропорционально снижает расход вытяжного воздуха. При этом системы должны быть общеобменными, управлять местными вытяжными системами по такому принципу нельзя с технологической точки зрения.

После модернизации система стала приточно-вытяжной с водяным нагревателем и водяным охладителем.

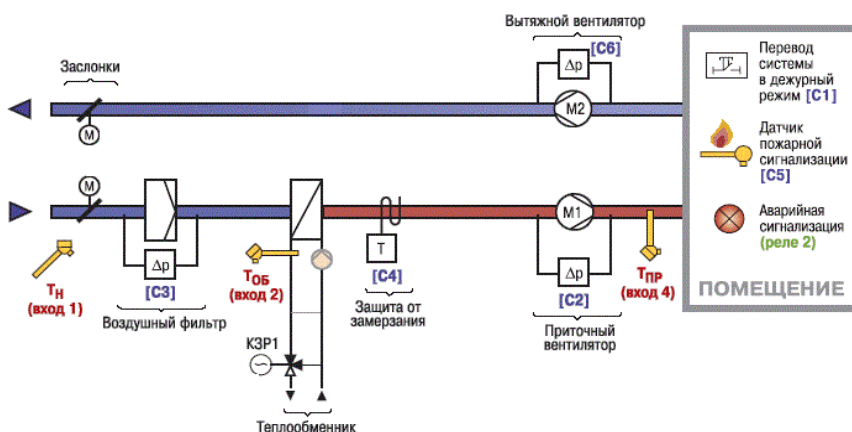


Рис.2. Функциональная схема приточно-вытяжной системы вентиляции

Автоматическая пожарная сигнализация устанавливается в помещении для безопасности и своевременного оповещения о возникновении пожара.

Виды датчиков:

- дымовые;
- тепловые;
- световые;
- комбинированные;
- мультисенсорные и ручные.

Система дымоудаления.

Система дымоудаления – включает в себя вентиляционный комплекс, который в случае пожара вытягивает продукты горения, дымовую завесу, частички пепла и пыли.

Основные функции:

- сдерживание распространения очага возгорания в соседние помещения;
- снижение концентрации дыма и улучшение видимости;
- существенное снижение температуры воздуха;
- поддержание в воздухе необходимого уровня кислорода.

Состав системы дымоудаления:

- дымоприемные клапаны с электромагнитным приводом, которые монтируются непосредственно в помещении и обеспечивают «захват» дыма и продуктов горения с дальнейшим выбросом их в дымовые шахты;
- механизированные дымоудаляющие вентиляторы, необходимые для разряжения атмосферы и откачивания дыма из помещения;
- воздушные каналы, или шахты, служащие коридором для перемещения дымовых газов из помещения наружу;
- приводные вентиляторы подпора воздуха, предназначенные для образования избыточного давления окружающей среды в лифтовых шахтах, лестничных пролетах, тамбурах и т. д. для предотвращения поступления туда дыма;
- огнезадерживающие клапаны, которые срабатывают при помощи электропривода или теплового замка и служат для предупреждения распространения дыма в вытяжных и вентиляционных системах.

Продольная схема дымоудаления при пожаре на автостоянке.

Приоритет безопасности человека при нахождении на закрытых автостоянках стал основной причиной внедрения продольных систем вентиляции и дымоудаления, когда распространение дыма при пожаре сдерживается продольными (горизонтальными) потоками воздуха от струйных (Jet) вентиляторов, размещенных в подпотолочном пространстве, и от вентиляторов противодымной вентиляции. В этом случае высота потолочных перекрытий не является фактором риска, т. к. граница распространения дыма обеспечивается по всей высоте автостоянки, как это показано на рис. 3.



Рис.3. Продольная схема дымоудаления при пожаре на автостоянке.

Библиографический список

1. Сайт Технология [Электронный ресурс]. – М.: «Технология», – Режим доступа: <http://www.idn500l.ru/>, свободный.
2. Сайт Некоммерческое партнерство инженеров [Электронный ресурс]. – М.: «АВОК», – Режим доступа: <https://www.abok.ru/>, свободный.
3. Мельников Ю.С. Помощь проектировщика по проектированию вентиляции: Учебник. – М.: Ижевск, 2002.
4. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция, кондиционирование. М.: Госстрой России, 2004.
5. Калмаков А.А., Романова С.С., Щелкунов С.А. Автоматика и автоматизация систем вентиляции: Учебник. – М.: 1984.
6. Свистунов В.М., Пушняков Н.К. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: учебник. – М.: 2007.
7. Чельшков П.Д., Лысенко Д.А. Математическое моделирование сценариев эксплуатации инженерных систем зданий и комплексов. Научное обозрение. 2015. № 13. С. 48-52.
8. Редин И.В., Седов А.В., Чельшков П.Д. Оптимизация системы автоматического управления микроклиматом с применением математической модели. International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. 2010. Т. 6. № 1-2. С. 181-187.
9. Волков А.А., Гиясов Б.И., Чельшков П.Д., Лысенко Д.А., Крылов Е.Н. Обоснование эффективности автоматического управления системами вентиляции. Научное обозрение. 2015. № 19. С. 103-106.
10. Дорошенко А.В. Имитационная термодинамическая модель здания. БСТ: Бюллетень строительной техники. 2017. № 12 (1000). С. 42-43.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРИТОЧНО-ВЫТЯЖНОЙ СИСТЕМЫ ПОМЕЩЕНИЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМПОНЕНТОВ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «ГЛОНАСС»

Мокеева О.Д., студент 4 курса 32 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Коломиец В.И., доцент, к.т.н.

Вентиляция производственного помещения – комплекс мер, направленных на организацию и поддержание стабильного воздухообмена в производственных помещениях. Создание комфортных условий работы на производстве – очень важный момент. Это не только отражается на производительности труда и самочувствии работников, но и входит в перечень обязательных требований санитарных органов. Работающее оборудование и технологические процессы являются источником попадания в воздух взвешенных частиц и ядовитых испарений, поэтому вентиляция на производстве должна справляться со сложными задачами, такими как обеспечение воздухообмена, фильтрация примесей, технической пыли и т.п.

В данном проекте рассматривается автоматизированная инженерная система приточно-вытяжной вентиляции помещений для производства компонентов космических аппаратов навигационной системы «Глонасс».

Целью проекта является создание автоматизированной системы для поддержания заданных климатических параметров и обеспечение воздухообмена в помещениях посредством управления вентиляционными агрегатами приточной системы и трёх вытяжных систем.

Система управления вентиляцией помещений выполнена на базе программно-технического комплекса для управления технологическими процессами SIMATIC PCS7 фирмы “Siemens”, основным компонентом которого являются современные контроллеры Siemens S7-400H.

Система автоматизации приточной и вытяжной вентиляции в помещениях должна обеспечивать:

- контроль и поддержание основных климатических параметров (температура, влажность и давление);
- контроль состояния газовой среды (концентрация ацетона/толуола и аммиака);
- светозвуковую сигнализацию загазованности помещения;
- включение/отключение вентиляции помещения с пульта местного управления.

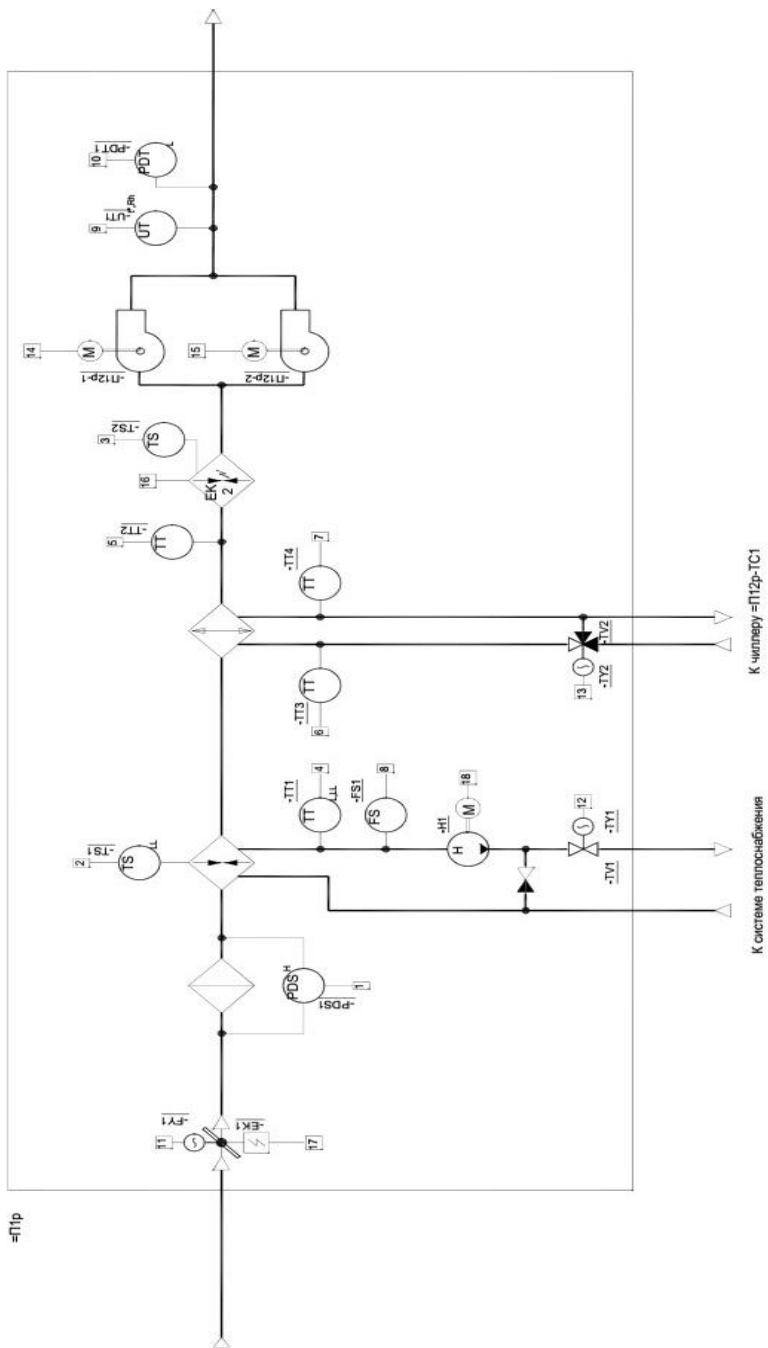


Рис. 1. Приточная система.

Приточная система (рис. 1) состоит из воздушной заслонки, фильтра, водяного калорифера, охладителя, электронагревателя, и 2 вентиляторов. Она обслуживает три помещения: помещение для напыления тонких пленок, а также участков теплоизоляции и пропитки. Автоматизация данной системы предусматривает:

- управление воздушной заслонкой на входе в систему;
- контроль состояния воздушного фильтра;
- контроль температуры контура обогрева;
- защиту водяного калорифера от обмерзания;
- контроль температуры контура охлаждения;
- защиту электрокалорифера от перегрева;
- управление воздушными заслонками на воздуховодах в помещениях;
- контроль температуры и относительной влажности на выходе установки;
- поддержание заданного микроклимата в помещениях рабочих зон.

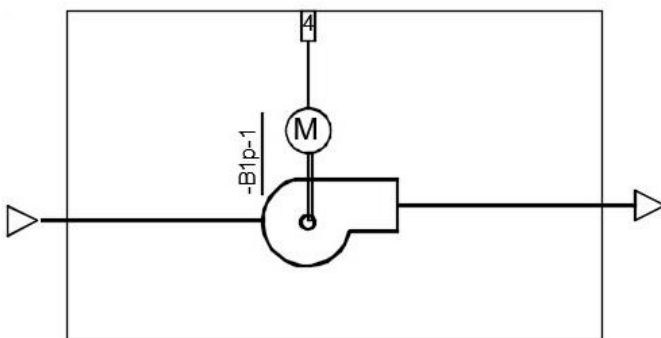


Рис. 2. Вытяжная система, обслуживающая помещение для напыления тонких пленок

Первая вытяжная система (рис. 2), находящаяся в помещении для напыления тонких пленок, состоит из вентилятора. Её автоматизация предусматривает:

- регулирование производительности вытяжного вентилятора с помощью частотного преобразователя для поддержания воздухообмена в обслуживаемом помещении.

Вторая вытяжная система содержит фильтр и 2 вентилятора. Она обслуживает участок теплоизоляции. Автоматизация системы обеспечивает:

- контроль состояния воздушного фильтра;
- включение/отключение с пульта местного управления;
- регулирование производительности вытяжных вентиляторов с помощью частотных преобразователей;
- включение резервного вентилятора при выходе из строя рабочего.

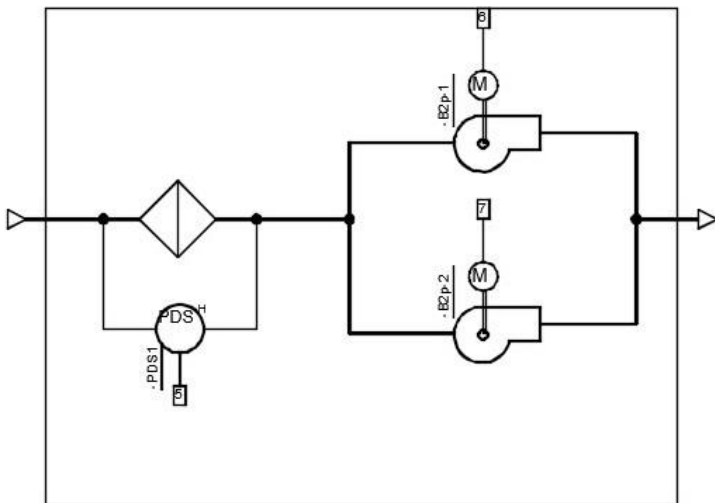


Рис. 3. Вытяжная система, обслуживающая участок теплоизоляции

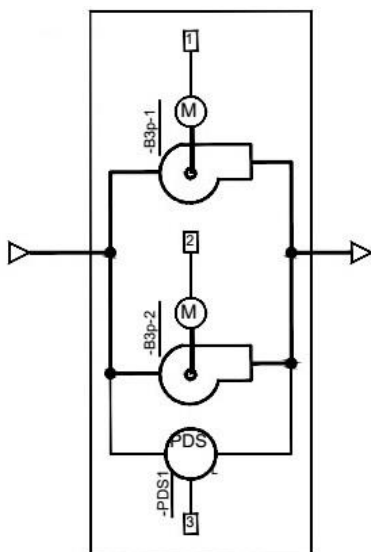


Рис. 4. Вытяжная система, обслуживающая участок пропитки

Третья вытяжная система (рис. 3), состоящая из 2 вентиляторов, обслуживает участок пропитки и предусматривает:

- включение/отключение с пульта местного управления;
- включение резервного вентилятора при выходе из строя рабочего;

- дополнительное включение резервного вентилятора при увеличении загазованности в обслуживаемом помещении.

При получении сигнала «Пожар» обеспечивается отключение всех вентиляционных систем, за исключением системы защиты от замораживания приточной установки.

Каждая система имеет пульт местного управления, что позволяет производить пуск/останов установок по месту в локальном режиме. Также на пультах имеется световая индикация состояния установок.

Для контроля текущего состояния технологических параметров и оперативного выявления отклонений в работе оборудования применена операторская станция с круглосуточным режимом работы.

Автоматизация данной системы позволяет оперативно управлять климатическими параметрами в производственном помещении при экономии на энергопотреблении и ресурсе работы активного оборудования.

Библиографический список

1. Калмаков А.А., Кувшинов Ю.Я., Романова С.С., Щелкунов С.А., Автоматика и автоматизация систем теплогазоснабжения и вентиляции – М.: Стройиздат, 2011. – 479 с.

2. Чистович С.А. Автоматическое регулирование расхода тепла в системах теплоснабжения и отопления – Л.: Стройиздат, 1975.

3. Табунщиков Ю.А., Глубничий Л.П., Ефимов Ю.Н. Инженерное оборудование зданий и сооружений – М.: Высшая школа, 2010. – 238 с.

4. Юрманов Б.Н., Автоматизация систем отопления, вентиляции, и кондиционирования воздуха. – Л.: Стройиздат, 2005. – 232 с.

5. Бондарь Е.С., Гордиенко А.С., Михайлов В.А., Нимич Г.В. Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования – К.: Аванпост-Прим, 2005. – 558 с.

6. Чельшков П.Д., Лысенко Д.А. Математическое моделирование сценариев эксплуатации инженерных систем зданий и комплексов. Научное обозрение. 2015. № 13. С. 48-52.

7. Редин И.В., Седов А.В., Чельшков П.Д. Оптимизация системы автоматического управления микроклиматом с применением математической модели. International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. 2010. Т. 6. № 1-2. С. 181-187.

8. Волков А.А., Гиясов Б.И., Чельшков П.Д., Лысенко Д.А., Крылов Е.Н. Обоснование эффективности автоматического управления системами вентиляции. Научное обозрение. 2015. № 19. С. 103-106.

9. Дорошенко А.В. Имитационная термодинамическая модель здания. БСТ: Бюллетень строительной техники. 2017. № 12 (1000). С. 42-43.

10. Волков А.А., Чельшков П.Д., Седов А.В., Лысенко Д.А. Представление системы приточной вентиляции в моделях объектов строительства. Естественные и технические науки. 2014. № 9-10 (77). С. 262-264.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ «СВЧ – ГЕОРАДАРА» ПРИ ПОИСКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ БЕТОННОЙ СМЕСИ

Навасардян А.Г., студент 3 курса 30 группы ИИЭСМ

Харьков Д.А., аспирант

Научный руководитель – Чельшиков П.Д., доц., к.т.н.

Современное строительство характеризуется выполнением больших объемов бетонных работ, требующих значительных количеств фракционированного щебня, используемого в качестве крупного заполнителя. Так, например, на приготовление 1 м³ бетонной смеси для монолитного домостроения в среднем расходуется 1,15 – 1,25 м³ крупного и мелкого фракционированного заполнителя.

Известно, что производство фракционированного щебня приводит к значительным затратам: дробление исходной породы, сортировка, обогащение и транспортировка готовых фракций на щебеночных заводах и дробильно-сортировочных установках, доставка и хранение готовых фракций на заводах ЖБК и БСУ.

Проведенные исследования показали, что получить бетонную смесь марок М200, М250, М300 можно с использованием сортированного заполнителя. Из бетонной смеси этих марок изготавливаются строительные конструкции и изделия (стяжки бетонных полов, дорожки, отмостки, площадки, маршевые лестницы, дорожные плиты для подъездных путей и др.), не обладающие высокой прочностью и устойчивостью, т.к. в этих требованиях нет необходимости в соответствии с технологическими нормами и правилами. Возможность решения этой важной задачи появилась только с появлением «СВЧ – ГЕОРАДАРА», обеспечивающего радиолокационное зондирование для подповерхностных исследований, направленных на получение детальной информации об объекте в реальном режиме времени.

Георадиолокация – высокочастотный метод, позволяющий за счет распространения электромагнитных волн, которые подчиняются законам геометрической оптики, осуществлять зондирование поверхности почвы на глубину от 1 до 30 метров. За счет отраженного сигнала от этой поверхности определять на глубине наличие и соотношение гравия и песка, которые используются в качестве заполнителя бетонной смеси [2].

На основании теории радиолокации установлено, что дальность действия прибора зависит от энергии принятого сигнала $V_{\text{Пс}}$ и отраженного от поверхности $V_{\text{Ос}}$ [1]. Георадар имеет транзисторный передатчик ТП мощностью 100 Вт и приемник ПР с накоплением энергии отраженного сигнала $V_{\text{Ос}}$ (рис.1).

По схемному решению накопление энергии отраженного сигнала происходит не в приемнике, а в передатчике путем зарядки конденсатора С до нескольких тысяч вольт, разрядка осуществляется через разрядник Р на антенные модули АМ.

При таком схемном решении мощность передатчика выросла примерно в 10000 раз и составила 1 МВт, что позволило использовать простой и малогабаритный приемник без накопления принятого сигнала. В течение длительного времени от малоомощного источника питания накапливается энергия, которая превращается в короткую мощную вспышку света («принцип фотовспышки», известный всем фотолюбителям).

Георадар серии «ЗОНД» имеет устройство запоминания УЗИ и вывода регистрируемой информации УВИ, оптический преобразователь ОП. Реальный потенциал этого прибора находится в пределах 20 – 40 дБ. Это означает, что прибор обнаруживает подземные месторождения гравия и песка при затухании сигнала по амплитуде не более чем в 100 раз. Такое затухание позволяет зондировать высокоомные среды гравия и песка до глубины в несколько десятков см [3].

Обязательным условием элементной базы георадара являются специальные демпфированные антенны, подключенные к передатчику оптоволоконным кабелем ОВК вместо коаксиального, что способствует уменьшению электромагнитных помех [1].

Георадар является цифровым геофизическим прибором, который предназначен для оперативного мониторинга грунтовой поверхности, чтобы определять количественный состав и соотношение гравия и песка, которые используются без сортировки в качестве заполнителей бетонной смеси. Во время зондирования оператор в реальном отрезке времени получает информацию на дисплее ДП в виде радиолокационного профиля (рис.2). Одновременно данные записываются на информационный диск ИД компьютера КМ для дальнейшей обработки информации. Набор современных антенных модулей АМ обеспечивает возможность зондирования в большом диапазоне частот (16-2000 МГц). Повышение частоты зондирования приводит к увеличению разрешающей способности (чувствительности), но при этом растет затухание электромагнитной волны в среде, что приводит к уменьшению глубины зондирования, и наоборот, снижением частоты можно добиться увеличения глубины зондирования, но при этом ухудшается чувствительность (табл. 1).

Таблица 1

Зависимость параметров зондирования от диапазона частот

Параметр	Основная частота, МГц						
	2000	900	500	300	150	75	38
Чувствительность, м	0,06-0,1	0,2	0,5	1,0	1,0	2,0	4,0
Глубина зондирования, м	1,0-1,5	3-5	7-10	10-15	7-10	10-15	15-30
Зона нечувствительности, м	0,8	0,1-0,2	0,25-0,5	0,5-1,0	1,0	2,0	4,0

Предполагается, что зондируется грунт с относительной диэлектрической проницаемостью $\rho = 4$ и удельным затуханием $\alpha = 1,0-2$ дБ/м.

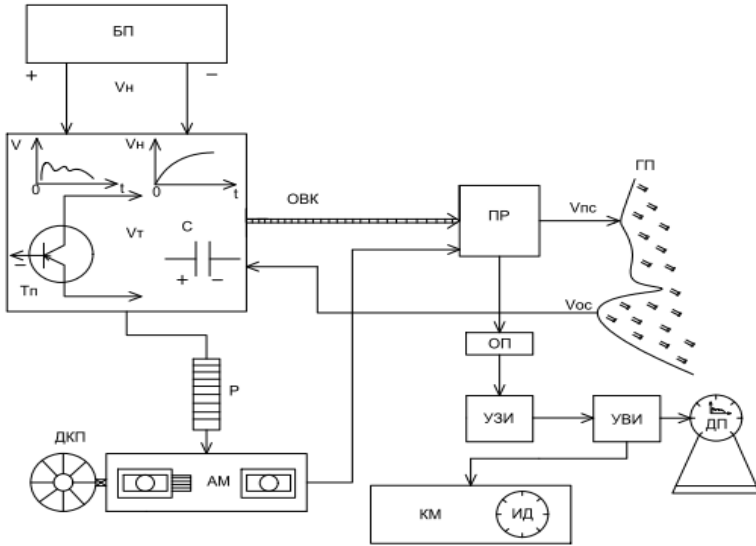


Рис. 1. Структурная блок-схема устройств «георадара»:

БП – блок питания постоянного тока; V_n – номинальное напряжение питания прибора; ТП – транзисторный передатчик (источник электромагнитной волны); ОВК – оптоволоконный кабель; ПР – приемник сигналов; $V_{прс}$ – сигнал напряжения прямой волны; ГП – грунтовая поверхность; $V_{ос}$ – сигнал отраженной волны; ОП – оптический преобразователь; УЗИ – устройство запоминания информации; УВИ – устройства вывода регистрируемой информации; КМ – компьютер; ИД – информационный диск; ДП – дисплей; Р – разрядник; АМ – антенные модули; ДКП – датчик контроля перемещения устройств «георадара».

Под глубиной зондирования имеется в виду глубина обнаружения плоской границы с коэффициентом отражения $K_0=1$.

Современные георадары обеспечивают работоспособность в любое время года в диапазоне рабочих температур: $T_p = -20 \dots +40$ °С. Задачи, решаемые с помощью георадара, определяются методиками исследований, способами обработки информации, формой отображения объектов исследования в поле электромагнитных волн и представлениями результатов.

Основной задачей при поиске месторождений строительных материалов для заполнителей бетонной смеси с применением «СВЧ – ГЕОРАДАРА» является определение свойств различных грунтовых отложений по скорости распространения электромагнитных волн, опираясь на связь этих свойств с диэлектрической проницаемостью пород. Действительная функция $x(t)$ требует вычисления дополнительной функции $y(t)$, у которой все

спектральные компоненты имеют такой же модуль, но сдвинуты по фазе $\varphi = 90^\circ$. Для функций $x(t) = A \sin(\omega t)$ – дополнительная функция будет $y(t) = A \sin(\omega t + \varphi)$, где A – амплитуда сигнала волновых колебаний; ω – угловая частота колебаний; $\varphi = 90^\circ$ – угол сдвига фаз между основной функцией $x(t)$ и дополнительной $y(t)$.

Преобразование Гильберта обычно представляют в комплексной форме $h(t) = x(t) + jy(t)$. В теории аналитических сигналов через модуль преобразования $h(t)$ можно определить характеристику импульса, отражающую наличие и примерное соотношение гравия и песка в грунтовом массиве:

$$A(t) = h(t) \sqrt{x^2(t) + [A \sin(\omega t + \varphi)]^2} \quad (1)$$

Таким образом, квадрат модуля выражения (1) можно рассматривать как нормированную функцию плотности полной электромагнитной энергии зондирующего ($V_{ПС}$) и отраженного ($V_{ОС}$) сигналов.

Для определения полярности отраженных импульсов используется одно из свойств преобразования: максимум модуля $[h(t)]$ соответствует максимуму модуля $[x(t)]$ действительной знакопеременной функции в соответствующий момент времени. Знак функции соответствует полярности импульса.

В качестве примера приведен интерпретированный георадиолокационный профиль поверхности месторождения, полученный георадаром с центральной частотой зондирующих импульсов 150 МГц (рис. 2).

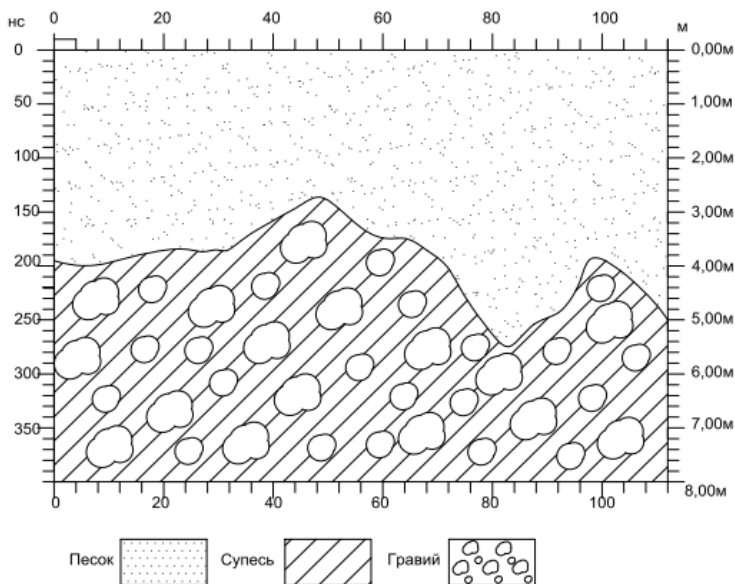


Рис. 2. Интерпретированный георадиолокационный профиль.

Профиль инженерно-геологического разреза показывает примерно 65% наличия песка, 25% гравия и 10% супеси (дополнительные включения, которые могут использоваться для других строительных работ). Гравий и песок могут использоваться в качестве наполнителей бетонной смеси.

Изложенные в статье принципы действия и методика определения наличия строительных материалов для несортированных заполнителей бетонной смеси с использованием «СВЧ – ГЕОРАДАРА» позволяют получить теоретические основы автоматизированного проектирования нового технологического процесса производства строительных смесей, обеспечивающего повышение экономической эффективности производства и качества выпускаемой продукции.

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

Библиографический список

1. Горелик Г.С. Колебания и волны. – М.: ГИФМЛ, 1999. – 532 с.
2. Филькельштейн М.И., Мендельсон В.Л., Кутепов В.А. Радиолокация сложных земных покровов. – М.: Советское радио, 1977. – 256 с.
3. Владов М.Л., Золоторев В.П., Старовойтов А.В. Методическое руководство по проведению георадиолокационных работ. – М.: Стройиздат, 1997. – 86 с.
4. Волков А.А., Чеботаева Е.М., Фокина Е.Н. Особенности структурного синтеза модульной структуры автоматизированной системы управления дробильно-сортировочным производством. Естественные и технические науки. 2014. № 9-10 (77). С. 215-217.
5. Марсов В.И., Тихонов А.Ф., Бокарев Е.И., Зайцев Д.А. Дозирующие системы непрерывного действия нового поколения. Механизация строительства. 2012. № 3. С. 12-14.
6. Волков А.А. Современные и перспективные информационные технологии в строительстве. Промышленное и гражданское строительство. 2012. № 9. С. 5-6.
7. Волков А.А., Лебедев В.М. Формирование функциональных систем и интеллекта зданий. Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 1. С. 116-119.

АВТОМАТИЗАЦИЯ И ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ШИХТЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТЕКЛА

*Ниязов А.Р., студент 4 курса 31 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Тихонов А.Ф., доцент, к.т.н.*

Стекло оконное – это прозрачный, преимущественно бесцветный лист, толщина которого значительно меньше его длины и ширины. Обычное оконное стекло является самой распространенной продукцией стекольной промышленности, основным видом листового прозрачного стекла, используемого в строительстве.

Наиболее распространенные размеры листов оконного стекла – 1600x1300 мм и 1600x1200 мм. Именно эти размеры позволяют сократить до минимума объемы неиспользуемых остатков при остеклении окон. Но потребители чаще выбирают более компактные изделия – 1600x800 мм, 1300x800 мм, 1600x700 мм. Это связано с тем, что транспортировать частным образом большие стекла проблематично.

Для остекления оконных проемов жилых помещений чаще всего используется стекло оконное 4 мм толщиной прямоугольной формы. А вот панорамные окна, наружные витрины магазинов должны изготавливаться из более толстого стекла – 6-10 мм, ведь чем больше площадь поверхности, тем меньше прочность стекла.

В статье рассматривается отдельный участок приготовления оконного стекла: дозирование и смешивание шихты.

Шихта — смесь исходных материалов, а в некоторых случаях (например, при выплавке чугуна в доменной печи) и топлива в определённой пропорции, подлежащая переработке в металлургических, химических и других агрегатах. Шихтами обычно называют исходные смеси, использующиеся в пирометаллургических или иных высокотемпературных процессах (производство стекла, цемента, некоторых керамических материалов и изделий).

В данной статье в состав шихты для производства оконного стекла входят песок, полевой шпат, пегматит, сода, сульфат, доломит и малые добавки (селен, оксид кобальта, денол и др.). Исходные компоненты находятся в бункерах, которые разделены на группы. 1 группа бункеров содержит песок, полевой шпат и пегматит, 2 группа содержит соду, сульфат и доломит, 3 группа содержит малые добавки. Технологическая схема представлена на рис. 1.

С учётом ГОСТ 21.603-80 была разработана схема помещения с планом расположения оборудования. Схема представлена на рис. 2.

Исходя из этого, был спроектирован распределительный щит. В проектируемом распределительном щите дозирочно-смесительной линии должно быть установлено следующее оборудование:

Питание РЩ производится от ГРЩ по кабельной линии ВВГнг-LS 5x4 (согласно ГОСТ 31996-2012). Подключение производится через защитный автомат 1QF производства ABB S203 номиналом 40А. Разводка и подключение защитно-коммутационной аппаратуры в РЩ выполняется монтажным проводом марки PV3 с параметрами соответственно мощности подключаемой нагрузки.

Также был выбран контроллер МЭТА MC12, 2 модуля расширения дискретных входов и 1 модуль расширения дискретных выходов производителя МЭТА. Схема представлена на рис. 3.

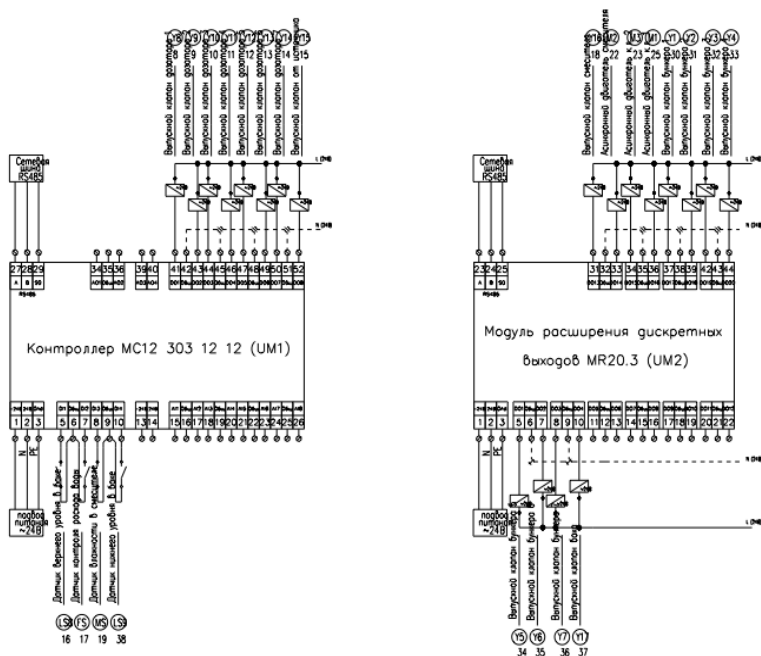


Рис. 3. Схема подключения контроллеров.

После проведения данных работ началась реализация диспетчеризации в сервер-скаде Конгар SCADA. Результат, полученный в ходе выполнения, изображен на рис. 4.

В ходе выполнения работы были разработаны функциональная схема автоматизации дозирования шихты для производства оконных стекол, принципиальная однолинейная схема распределительного щита, схема электрических соединений и подключения. На плане расположения оборудования указаны основное оборудование и прокладка кабелей с указанием типа прокладки и маркировки. Была рассчитана выгода от внедрения автоматизации с использованием новых контрольно-измерительных приборов и инноватики в процессе дозирования и смешивания. Срок окупаемости – 1,5

лет. Были подобраны автоматические выключатели и кабели с соответствующим сечением провода. Был выбран и скомпонован ЩАУ Е5971 с размерами 700x500x250 мм.

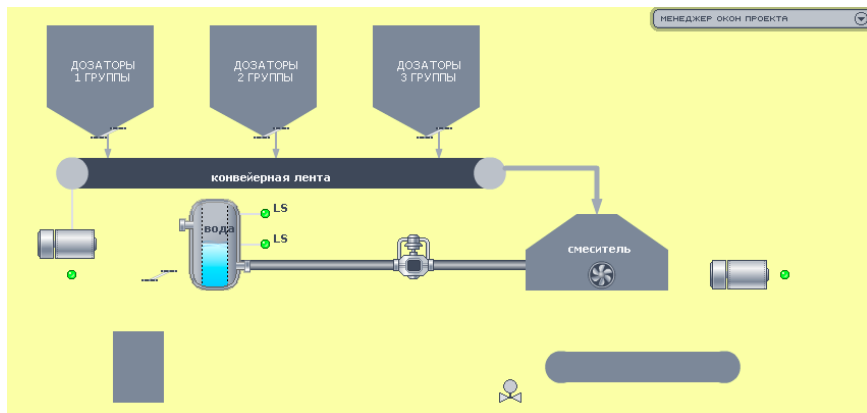


Рис. 4. Диспетчеризация.

Библиографический список

1. ГОСТ 21.404-85. Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах.
2. Ковалев В.Д. Энергосбережение и энергобезопасность в электроэнергетике / В. Д. Ковалев, Л. В. Макаревич // Электро. - 2010. - № 2.- С. 2-8.
3. ГОСТ 31996-2012. Кабели силовые с пластмассовой изоляцией на номинальное напряжение 0,66; 1 и 3 кВ. Общие технические условия
4. ГОСТ 21.603-80. Система проектной документации для строительства. Связь и сигнализация. Рабочие чертежи.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ ШЛАКОБЛОКОВ

*Чиркин Д.О., студент 4 курса 31 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Тихонов А.Ф., доцент, к.т.н.*

Среди множества стройматериалов присутствуют так званные «старожилы», к которым относится шлакоблок. Он является прародителем всех современных строительных блоков, которые в последнее время приобрели небывалую популярность. Этот материал получается в процессе вибропрессования раствора, находящегося в специальной форме. Данная технология проста, а исходное сырье – дешево.

Дешевые стеновые материалы пользуются спросом при строительстве дач, гаражей, хозпостроек, а иногда и промышленных объектов. Производство шлакоблоков как бизнес привлекательно в силу простой технологии, дешевизны сырья и широты рынка сбыта. В настоящее время для их изготовления используется не только шлак, но другие наполнители. Устаревшее название прочно ассоциируется с низкосортным стройматериалом советских времен, из которого было принято строить преимущественно коровники. Современные блоки имеют мало общего с ним, их чаще называют по составу основных компонентов или технологии изготовления.

Главным компонентом шлакоблока является цемент. Изготовление начинается с замеса раствора. Это осуществляется в бетономешалке или смесителе. В любом из этих аппаратов на выходе получается нужная смесь. Только при их выборе нужно учесть мощность и производительность.

Стадии производства:

1. Готовится бетонная смесь, в ее состав будет входить цемент, вода, песок и битый кирпич, при желании добавляется пластификатор. Это приготовление очень схоже с изготовлением обычного песчано-цементного раствора.

2. После приготовления состав тут же заливается в формы вибропресса. Смесь, проходя вибрацию, запрессовывается еще и пуансоном, который плотно прижимается к каждой ячейке. Процесс двойного воздействия длится не более 1,5 минуты. После окончания матрица пресса поднимается, а на рабочем столе остается готовый шлакоблок. Благодаря жесткому замесу он не растрескивается при высыхании, и надолго сохраняет свою форму.

3. Во время нее происходит затвердевание готовых изделий. Их выкладывают на специально отведенные места под открытым небом, лучше для этих целей предусмотреть поддоны. Тогда в случае выпадения атмосферных осадков можно накрыть изделия полиэтиленом и закрепить его. В среднем сушка при хорошей погоде занимает 36 часов. Это время можно сократить, если в смесь добавить специальные пластификаторы.

4. При помощи грузоподъемных устройств шлакоблоки складировуются. Наилучший вариант – многоярусные стеллажи, они значительно сэкономят площадь хранения, а также на них можно произвести пропарку сразу нескольких десятков изделий. После нее улучшается прочность блоков и сокращается время их полного высыхания. Окончательное затвердевание может занять месяц.

Все эти стадии требуют жесткого соблюдения временных норм, а также присутствия рабочей силы. Поэтому производство шлакоблоков можно и нужно автоматизировать. Это позволит соблюдать все необходимые аспекты рецепта, временные интервалы, практически отказаться от рабочей силы, а также значительно ускорить производство и увеличить его производительность.

Шлакоблоки производятся по рецепту из следующих компонентов: битый кирпич, цемент, песок и вода.

Количество материалов, необходимое для производства одного шлакоблока:

- 0,6 л воды
- 2 кг цемента М400
- 10,5 кг песка Мкр 2,5
- 10,5 кг лома кирпича

Функциональная схема автоматизации

Для более удобного чтения схемы, а также упрощенного программирования средств автоматизики производство было разделено на 4 участка: пополнение, дозирование, смешивание и формование.

Оборудование

Автоматизация данного производства не создает никаких трудностей. Более того, вложившись в автоматизку однажды, она окупится за довольно короткий срок и далее станет уверенным источником доходов.

Участок 1: пополнение

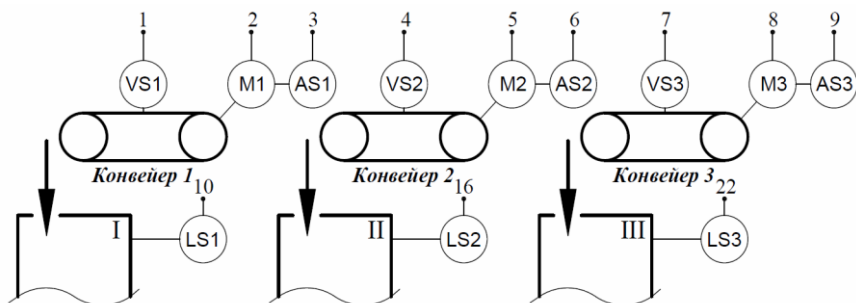


Рис. 1. Схема первого участка.

Участок 2: дозирование

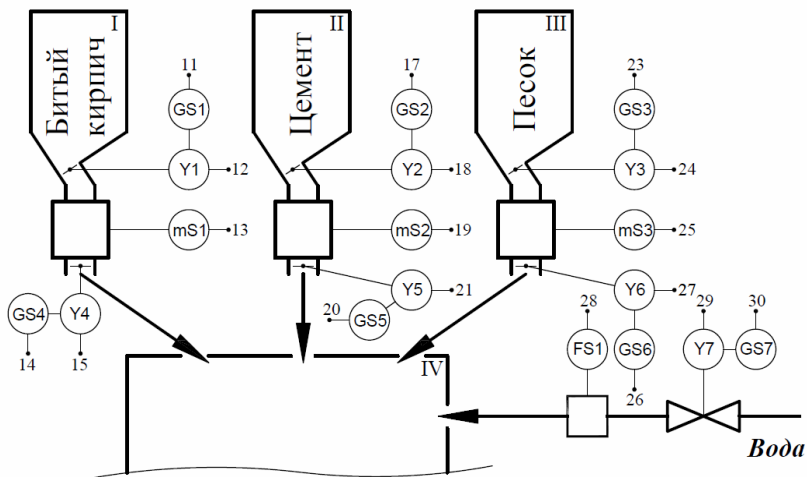


Рис. 2. Схема второго участка.

Участок 3: смешивание

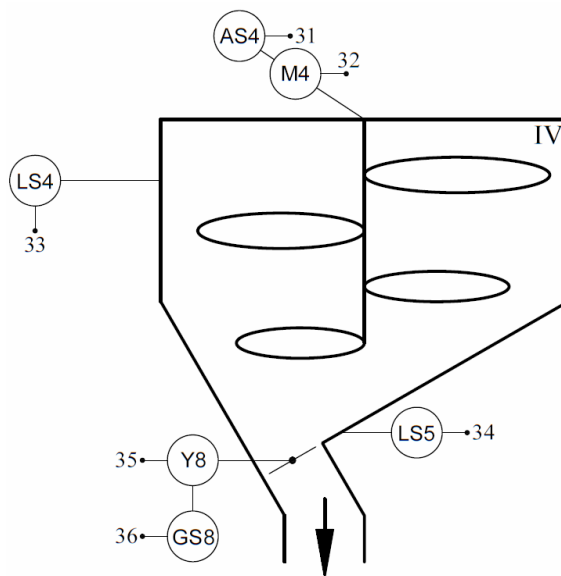


Рис. 3. Схема третьего участка.

Участок 4: формование

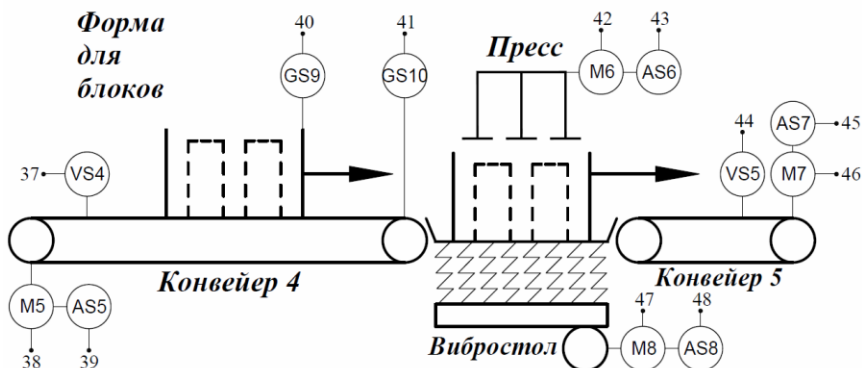


Рис. 4. Схема четвертого участка.

Для стабильной работы завода необходимы качественные средства автоматизации, а также технологическое оборудование.

В качестве оборудования для производства были выбраны аппараты отечественного производства. Сюда входят конвейерные ленты без приводов, бункеры, миксер, пресс и вибростол.

Для привода конвейерных лент, миксера и крупных клапанов в проекте используются приводные асинхронные электродвигатели производства Siemens. В зависимости от предназначения выбраны однофазные, либо трехфазные двигатели.

Но самое главное в этой системе – комплекс Контар KM800. В его состав входит контроллер MC8, а также несколько модулей расширения дискретных входов и выводов. Этот продукт произведен российской компанией МЗТА. Датчики (концевые выключатели, уровня, движения лент) также выбраны российского производства.

Диспетчеризация

Проект автоматизации также предполагает организацию диспетчерского места на основе комплекса Контар SKADA.

С помощью визуализации специально обученный человек будет способен отслеживать все процессы, происходящие на производстве, а также управлять им вручную, либо автоматически.



Рис. 5. Главный экран диспетчера.

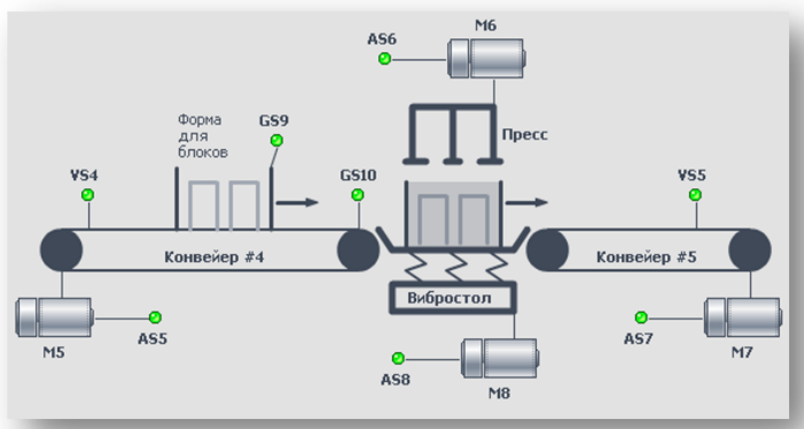


Рис. 6. Пример экрана диспетчера.

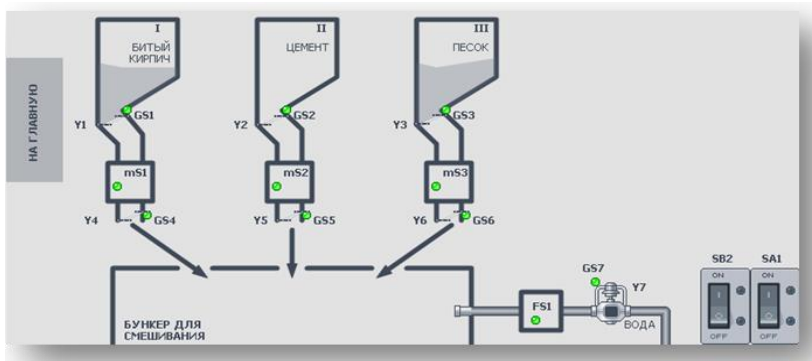


Рис. 7. Пример экрана диспетчера.

Библиографический список

1. Громаков Е.И., Каранкевич А.Г. Проектирование систем управления для гибких автоматизированных производств. – Томск: Изд-во Томского политехнического ун-та, 2008. – 152 с.
2. Регуляторы и микропроцессорные САУ // Мои лекции. URL: <http://mylektsii.ru/6-69622.html> (дата обращения: 12.03.2018).
3. Завьялов В.А. Релейно-пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор для управления приводом лифтов / В.А Завьялов, В.А, Величкин // Механизация строительства – 2012. – № 12 – С. 5–17.
4. Себестоимость шлакоблока // О стройматериалах. URL: <http://ostroymaterialah.ru/bloki/sebestoimost-shlakobloka-svoimi-rukami.html> (дата обращения: 12.03.2018).
5. Производство шлакоблока: состав и технология // ResforBuild. URL: <http://resforbuild.ru/beton/bloki/shlakobloki/proizvodstvo-shlakobloka-texnologiya.html> (дата обращения: 12.03.2018).
6. Московский завод тепловой автоматики. URL: <http://mzta.ru/> (дата обращения: 12.03.2018).
7. Волков А.А., Лебедев В.М. Формирование функциональных систем и интеллекта зданий. Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 1. С. 116-119.
8. Волков А.А., Воложенин А.С. Выбор эффективной системы управления базами данных для проектов автоматизированных систем обработки информации и управления в строительных организациях. Научное обозрение. 2016. № 7. С. 240-246.

СЕКЦИЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ
И ВОДООТВЕДЕНИЯ

ОХРАНА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ГОРОДА МОСКВЫ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫМИ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ

*Адиханова Р.Д., Трофимова К.Г., Захаров И.А., студенты 1 курса магистратуры 4 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Примин О.Г., проф., д.т.н.*

К сточным водам относятся не только промышленные и бытовые отходы, полученные в результате определенной деятельности человека, но и продукты атмосферных явлений – осадки. Если таковые выпадают в избытке, то это может привести к развитию негативных факторов воздействия на целостность породы.

Разновидности систем поверхностного стока воды.

Поверхностные сточные воды способны нанести серьезный вред как верхним слоям грунта, так и строениям, расположенным на их поверхности. Поэтому важно разработать план действий по оперативному вмешательству в естественные природные процессы. Часто это связано с разработкой общей системы канализации. Забор воды с поверхности грунта – одна из основных ветвей этого инженерного сооружения.

Все системы для поверхностного стока воды разделяют на:

1. общую (основные элементы такого устройства связаны с городской системой канализации);
2. полураздельную (устройство с отделением периодического характера чистой воды и осадков);
3. раздельную (собранный с поверхности вода сбрасывается в отдельный колодец).

Сама поверхность, с которой необходимо забирать сточные воды также может влиять на обустройство водоотведения. Часто это касается ландшафта территории. А также имеются и отличия систем поверхностного стока воды, связанные с их конструктивными особенностями.

Таковые разделяют на:

1. открытые;
2. закрытые;
3. смешанные.

Открытую систему водоотведения от поверхности считают самой малоэффективной и несовершенной. При таковых условиях, забор воды осуществляется в открытые лотки (кюветы, траншеи или каналы). Недостаток такой системы состоит в том, что перед тем, как утилизировать водяные массы в водоем, они не проходят никакой очистки.

Размещать таковые на улицах города небезопасно и не эффективно. Каналы водостока часто забиваются мусором и их приходится чистить, да и с эстетической стороны, такое сооружение только портит окружающий вид города.

Поверхностные сточные воды, которые удаляются через закрытую систему водоотведения, часто используются для благоустройства населенных пунктов. Сток обычно направляется в специальные дождеприемники, откуда вода утилизируется по трубопроводам в систему канализации. Часто закрытые системы водоотведения комплектуются специальными локальными фильтрационными установками. Присутствие и работа таковых обеспечивает все санитарные нормы.

Смешанная система водоотведения также популярна. Таковая включает в себя все узлы открытой и закрытой разновидности стока. Применение совместных ветвей водоотведения часто встречается в местах, где коммунальщики стараются перейти от неэффективного метода водоотведения, к более прогрессивному.

Исторически сложилось так, что большинство малых рек и ручьев города частично или полностью заключены в коллекторы и эксплуатируется совместно с водосточной сетью. В настоящее время она позиционируется как «коллекторно-речная сеть города», которая охватывает до 90% территории Москвы в ее старых границах.

На современном этапе состояние и развитие системы водоотведения поверхностного стока в городе Москве существенно отстало от темпов развития, освоения и благоустройства городских территорий. Её основной проблемой стало регулярное подтопление территорий города Москвы при дождях высокой интенсивности (например, в 2015 г. количество подтопляемых городских территорий зафиксировано по 471 адресу).

Так же немаловажно качество и количество отводимых поверхностных вод, оказывающих значительное влияние на состояние территории города. На сегодняшний день оно в городе Москве оставляет желать лучшего. Часть поверхностного стока отводится в водоотводящую водосточную сеть и непосредственно в водоприемники совершенно неорганизованно. Этот сток, как правило, представляет собой небольшие рассредоточенные, не увязанные в единую систему водостока потоки с территорий АЗС, открытых стоянок, гаражных комплексов, производственных площадок и иных построек. Качественные характеристики приведены в таблице 1.

Таблица 1

Бас-сейн	Взвешенные в-ва, мг/л	Эфирорастворимые в-ва, мг/л	БПК20 мг/л	ХПК мг/л	Нефтепродукты, мг/л
ПДК	0,25 мг/л+Ср*	–	3	15	0,05
1	440	44	40	600	17,6
1	440	44	40	600	17,6
2	520	35	–	–	14,0
3	2200	44	–	–	17,6
4	1100	57	80	650	22,8

Ср* – концентрация взвешенных веществ в воде водоприемника

Таким образом, сточные воды оказывают колоссальное негативное воздействие на санитарно-эпидемиологическое состояние столицы. Разбрызгиваемые колесами транспортных средств поверхностные сточные воды образуют аэрозоли, которые, находясь в атмосферном воздухе, наносят значительный ущерб здоровью населения и экологии города в целом.

«Генеральная схема отвода и очистки поверхностного стока» для города в его старых границах не была реализована в требуемом объеме и в данное время не актуальна в связи с присоединением новых территорий. Из запланированных к строительству 75 новых и реконструкции 34 очистных сооружений построено 13, реконструировано 11.

В целом, очевидно необходима разработка региональной Программы по охране водных объектов города Москвы от загрязнения поверхностными сточными водами.

Основанием для разработки «Региональной программы по охране водных объектов города Москвы от загрязнения поверхностными сточными водами» является «Водная стратегия РФ на период до 2020 г.» утвержденная распоряжением Правительства РФ от 27.08.2009 г. №1235-р.

Основной целью разработки «Региональной программы по охране водных объектов города Москвы поверхностным стоком» является – снижение антропогенной нагрузки на водные объекты города в целях повышения санитарно-экологического состояния реки Москвы и ее притоков, восстановления водных экосистем и рекреационного потенциала реки Москвы для населения.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что без своевременного внедрения новых технологий и методов очистки сточных вод с урбанизированных территорий не получится быстро и качественно подготовить воду для хозяйственно-бытовых нужд и сброса ее в водоем, что повлечет за собой изменение физико-химического состава воды, а также общей экологической ситуации в прилегающей местности. Для уменьшения вредного влияния загрязняющих веществ, содержащихся в поверхностном стоке, на водные объекты, необходима их более глубокая очистка.

Библиографический список

1. Вельнер Х.А. Сток биогенных веществ и управление им. Антропогенное эвтрофирование природных вод // Материалы III Всесоюзного симпозиума. – Черноголовка, 1985. – С. 11-17.
2. Яковлев С.В., Карелин Я.А., Жуков А.И., Колобанов С.К. Канализация: Учебник для вузов. Изд. 5-е, перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1975. – 632 с.
3. Бухтияров В.И. Проблемы защиты водного бассейна от воздействия субъектов топливного рынка // Материалы международной конф. «Экологическая и пожарная безопасность современных АЗС». – М., 1998. – С. 86–89.

4. Справочник по современным технологиям очистки природных и сточных вод и оборудованию / Kruger International Consult A/S, Denmark, V.F. Karpuhin. – Copenhagen: Ministry of Environment and Energy, Danish Environment Protection Agency, Printed by Schultz Grafiks, 2001. – 253 p.
5. Тимофеева С.С. Биотехнология обезвреживания сточных вод // Хим. и технология воды. 1995. Т. 17, № 5. С. 525-532.
6. Формирование и очистка поверхностных и мочных сточных вод (на примере Москвы) URL: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=172

ТЕХНОЛОГИЯ СВЕРХКРИТИЧЕСКОГО ВОДНОГО ОКИСЛЕНИЯ

*Айбазов А.Т., студент 3 курса 13 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Андрианов А.П., доц., к.т.н.*

Согласно Стокгольмской конвенции, ратифицированной Россией 27.06.2011 года, в перечень наиболее опасных стойких органических загрязнителей биосферы включено 12 соединений, подлежащих уничтожению. Среди восьми представителей – пестициды, применение которых запрещено, но запасы их составляют по России сотни тысяч тонн. Одним из приоритетных экологически безопасных методов их обезвреживания является сверхкритическое водное окисление (СКВО).

Метод основан на использовании уникальных свойств воды при сверхкритических параметрах температуры и давления. Вещество в сверхкритическом состоянии часто называют флюидом, подчеркивая этим особые свойства сверхкритического состояния, которые отличаются от свойств жидкой и газообразной фаз данного вещества. Вода – самый распространенный и экологически чистый растворитель в природе – переходит в сверхкритическое состояние при температуре выше 374 градусов Цельсия и давлении более 221 атм. Любое повышение давления СКВ не приводит к конденсации, т.е. не разрушает гомогенное состояние среды. Физико-химические свойства СКВ совершенно иные, чем у жидкой воды. СКВ способна растворять неполярные химические соединения и при этом не растворяет многие неорганические соли. При достаточно высоком давлении СКВ обладает неограниченной возможностью смешиваться как с органическими соединениями, так и с кислородом. Способность СКВ растворять органические вещества и кислород и существенно изменять свою плотность и активность при изменении давления и температуры, не разрушая однородности, обеспечивает высокую технологическую эффективность СКВ для частичного окисления сложных органических и сепарации неорганических веществ. Более того, исследования показывают, что при $T > 600$ °С вода сама становится источником водорода и кислорода.

Использование СКВО позволяет существенно повысить эффективность процесса обезвреживания химически опасных веществ и отходов: значительно сокращается время обезвреживания по сравнению с традиционными методами (термическими, реагентной обработки, микробиологическими и др.), увеличивается полнота обезвреживания с образованием нетоксичных продуктов, исключается выброс вредных веществ в окружающую среду. Сложные органические соединения дают при разложении, например, водород, окись углерода, метан, бензол, толуол и другие ценные продукты. Хлор, фтор, фосфор и сера, содержащиеся в органических веществах, образуют кислотные остатки и легко выделяются в виде неорганических кислот или солей. Азотосодержащие органические соединения и аммонийные вещества разлагаются с выделением азота. Металлы выделяются в виде неорганических солей или окислов. Большинство устойчивых в

условиях СКВО неорганических соединений мало растворимы и выпадают в осадок или выделяются в виде газа при сбросе давления.

Полнота и высокая скорость реакций в СКВ обеспечиваются молекулярной дисперсностью реагентов. Кинетика и механизмы химических реакций в СКВ зависят от температуры и давления (плотности) среды. Так, даже незначительное изменение давления СКВ сопровождается значительным изменением плотности, существенным для диффузионных, вязкостных, диэлектрических и растворяющих свойств среды. Исследования показывают, что при оптимальном давлении и температуре СКВ время пребывания исходного вещества («топлива») в реакторе, необходимое для разложения до заданного уровня, составляет 1-2 мин. Это обеспечивает высокие скорости переработки в реакторах проточного типа.

Экспериментальными управляющими параметрами в установке является давление, температура, концентрация кислорода (перекиси водорода) и время пребывания веществ в реакторе.

Установка СКВО работает следующим образом. Стоки из емкости подаются насосом высокого давления в теплообменник, для предварительного подогрева и далее направляются в смесительную камеру. Одновременно, воздух, используемый в качестве окислителя, с помощью воздушного компрессора и ресивера подается в теплообменник для предварительного подогрева и далее так же направляется в смесительную камеру.

Расход подаваемого воздуха контролируется расходомером. В смесительной камере происходит перемешивание стоков и воздуха, и далее полученная смесь поступает в реактор, в котором поддерживаются сверхкритические параметры, и происходит реакция СКВО. Продукты, полученные в ходе реакции, поступают в камеру для сбора осадка, в которой происходит отделение выпавших в осадок солей неорганических веществ, присутствующих в стоках. Далее остальной продукт охлаждается и происходит конденсация паров и вода поступает в емкость для сбора очищенных стоков.

Контроль давления в системе осуществляется манометрами, а регулировка давления производится с помощью вентиля высокого давления, установленного после реактора. Температура контролируется и регулируется с помощью хромель-алюмелевых термопар и электронных измерителей регуляторов ТРМ. Так же стоит отметить, что основные элементы установки выполняются из нержавеющей стали, во избежание развития коррозионных и эрозийных процессов.

Важным обстоятельством кроме универсальности является экзотермичность процесса. Высокая скорость окисления сопровождается и пропорционально интенсивным тепловыделением. Понятно, что с чем большим содержанием органики мы прокачиваем через реактор исходный раствор, тем большее количество тепла выносится из реактора с продуктами. Начиная с некоторой концентрации органики, процесс становится самоподдерживаемым. Это пограничное содержание проще всего определить в единицах ХПК – около 50 000 мгО₂/л. При большем содержании органики

установка СКВО превращается в энергогенератор, надо только ее дооснастить, например, турбиной. Для сравнения приведем такие величины: при сгорании 1 кг бензина выделяется 40 МДж тепла, а при окислении 1 кг любой органики – 20 МДж тепла. Отходы вполне могут стать альтернативным топливом.

Технология сверхкритического водного окисления (СКВО) является наиболее прогрессивной и широко внедряется в промышленно-развитых странах для очистки сточных вод и утилизации промышленных отходов и заменяет другие известные до сих пор методы.

Библиографический список

1. Кулаков А.А. Экологическая оценка комплекса «водный объект – выпуск очищенных сточных вод» // Водоснабжение и санитарная техника. 2013. № 5. С. 25–30.
2. Крылова Т. Г. Дезактивация стойких пестицидов из «грязной дюжины» / Т.Г. Крылова, В.С. Григорьев, С.С. Хохлов // Достижения науки и техники АПК. 2008. № 1. С. 21–23.
3. Крылова Т. Г. Исследование процессов обезвреживания пестицидов в сверхкритической среде / Т. Г. Крылова, В. С. Григорьев // Нива Поволжья. 2011. № 1 (18). С. 34–40.
4. Федяева О.Н. , Востриков А.А, Сверхкритические флюиды. Теория и практика, № 1, 64-88 (2012).
5. Сайт Мосводоканала [Электронный ресурс]. – М.: ОАО Мосводоканал, – Режим доступа: <http://www.mosvodokanal.ru/>, свободный.

АНАЛИЗ ГИДРОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В РАЙОНЕ ПАРКА ОСТАНКИНО

Безруков М.А., студент 3 курса 18 группы ИИЭСМ
Гагулина А.Э., студентка 3 курса 18 группы ИИЭСМ
Голубева М.И., студентка 3 курса 15 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Викулин П.Д., доц., к.т.н.

В 2014 году Останкинский парк открылся после генеральной реконструкции. Согласно плану, территория получила исторический облик архитектурного ансамбля XVIII–XIX веков, но была полностью приспособлена под нужды современного парка.

В процессе проведения работ по реконструкции было выявлено нарушение дренажной системы парка, что привело к подтоплению дворца и гниению дорогих деревянных полов, которые представляли большую историческую ценность.

Проведя анализ причин подтопления, было обнаружено нарушение существующей дренажной системы построенным новым жилым комплексом, который не был оборудован дренажной системой, рассчитанной на отвод части грунтовых вод бассейна парка Останкино. В итоге на существующую на тот момент дренажную систему начала влиять дополнительная нагрузка. Нарушение дренажной системы повлияло не только на архитектуру парка, но и на ее ландшафтный дизайн: при строительстве дворца и облагораживанию его двора в конце 18-го века, были привезены и высажены редкие виды сибирского кедра, которые прижились с первоначальной дренажной системой, которая была создана в то же время. В начале 20-го века кедры были вырублены. При реконструкции дворца в 2014 году саженцы сибирского кедра вновь были завезены и посажены на историческое место, но из-за высокого уровня грунтовых вод и недостаточного осушения этой территории, как следствие плохой работы дренажной системы, саженцы погибли.

На данный момент вновь ведется реконструкция дворца, но на это раз по причине его подтопления вследствие неправильной работы дренажной системы, также дорабатывается неисправная дренажная система. Проанализировав всю ситуацию, было решено предложить свой проект дренажной системы парка Останкино.

В процессе работы были проведены геометрические замеры театрального дворца и замеры геологических отметок расположения высот, и создан план несовершенной дренажной системы вокруг здания, который был наложен на схематический план (рис. 1).

Расстояние от стенки здания до трубы принято равным 5 м с целью уменьшить вероятность нанесения урона зданию при проведении работ по укладке трубопроводов.

Также был проведен замер приусадебного сада, находящегося за дворцом, и разработана схема дренажа, проходящая под дорожками сада. Обе схемы, дворца и парка, были объединены двумя трубопроводами (рис. 2).

Принимая глубину уровня грунтовых вод по Москве 1,5 м, дренажная система будет находиться на 0,5 м ниже уровня грунтовых вод с целью его понижения и создания под зданием сухой зоны. Это представлено на простой схеме расположения дренажной системы относительно здания дворца (рис. 3).

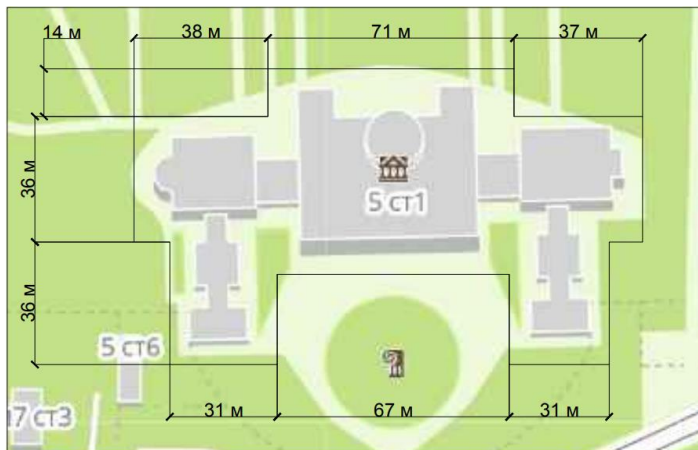


Рис. 1. Схематический план дренажной системы вокруг дворца театра.

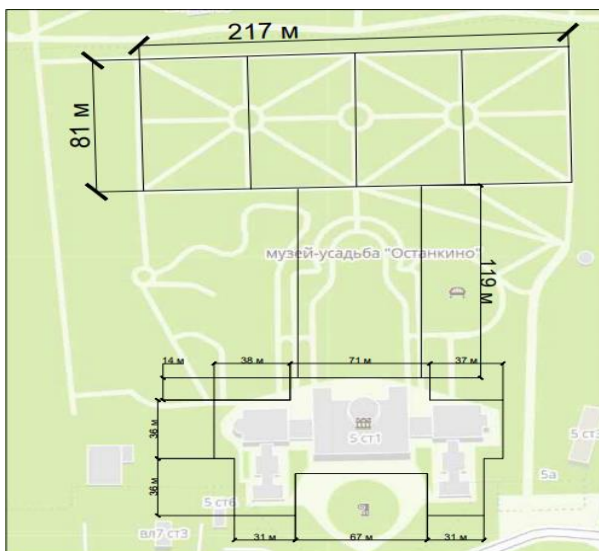


Рис. 2. Схематический план дренажной системы дворца и прилегающего к нему сада.

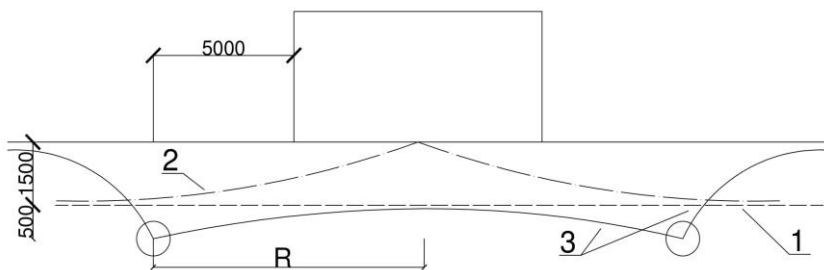


Рис. 3. Схема расположения дренажной системы относительно здания дворца: 1 – естественный уровень грунтовых вод (при отсутствии дворца); 2 – подпор грунтовых вод к зданию при отсутствии или неисправности дренажа; 3 – движение грунтовой воды при исправленном дренаже (создание сухой зоны под зданием); R – радиус образовавшейся депрессионной воронки.

При правильной работе безнапорного дренажа образуются депрессионная воронка, в пределах которой находятся дворец и сад.

Расчет радиуса R депрессионной воронки:

$Q = 15 \text{ л/с} = 1296 \text{ м}^3/\text{сут}$ – расчетный расход воды со всей системы (исходя из показаний количества выпавших осадков с мая по сентябрь 2014 г.);

$l = 1077 \text{ м}$ – общая протяженность дренажа;

$K = 0,1 \text{ м/сут}$ – коэффициент фильтрации для суглинки;

$h = 0,5 \text{ м}$ – глубина погружения дрены под непониженный уровень подземных вод;

$T = 5 \text{ м}$ – превышение несовершенной дрены над водоупором (принимая усредненную по Москве величину в 7 м.);

$r_d = 0,5 \text{ м}$ – радиус дрены;

$\beta = 0,7 \text{ м}$ – ширина дренирующей обсыпки или траншеи дренажа;

Q_o – удельный расход или дебит дрены 1 пог.м, $\text{м}^3/\text{сут}$.

Подставив все значения в формулу для неидеально дренажа и выразив отсюда R получаем:

$$Q_o = Kh \left[\frac{h}{R} + \frac{\pi}{\ln\left(\frac{T}{\pi r_d}\right)} + \frac{\pi R}{2T} \right]$$

$R = 70 \text{ м}$.

На территории парка и рядом с ним находятся 3 водоема: Дворцовый [№1], Садовый [№2] и Первый Каменский пруды [№3]; в один из которых будет осуществляться сброс собранной воды (рис. 4). Сравнив водоемы, был выбран Первый пруд:

- ❖ Дворцовый пруд находится перед дворцом, что дает возможность сброс воды с части системы, собирающая воду вокруг здания, но не удобна для сброса воды от сада [№1].
- ❖ Садовый пруд находится за дворцом и садом, но его дно находится выше максимальной точки сбора системы (161,8 м – перед дворцом, 162 м – дно пруда) [№2].
- ❖ Первый пруд подходит для нас и по расположению и по уровню (157 м – уровень берега), несмотря на его удаленность [№ 3].

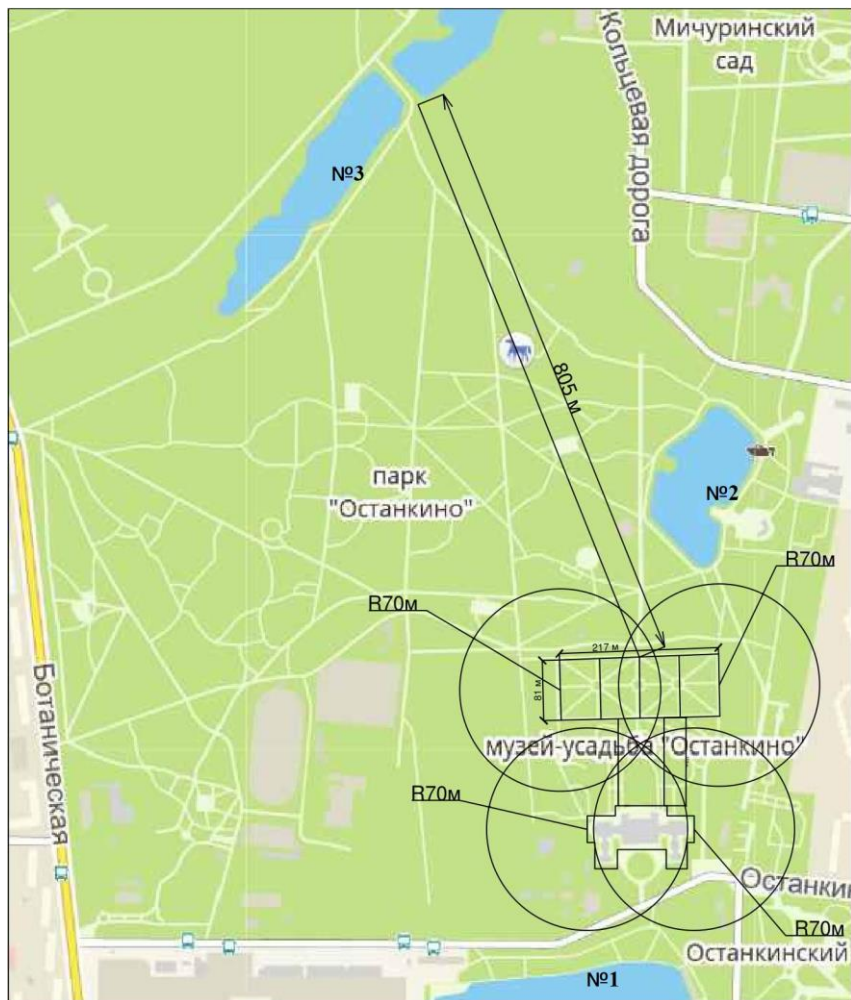


Рис. 4. Схема централизованного отвода воды в Первый Каменный пруд [№ 3].

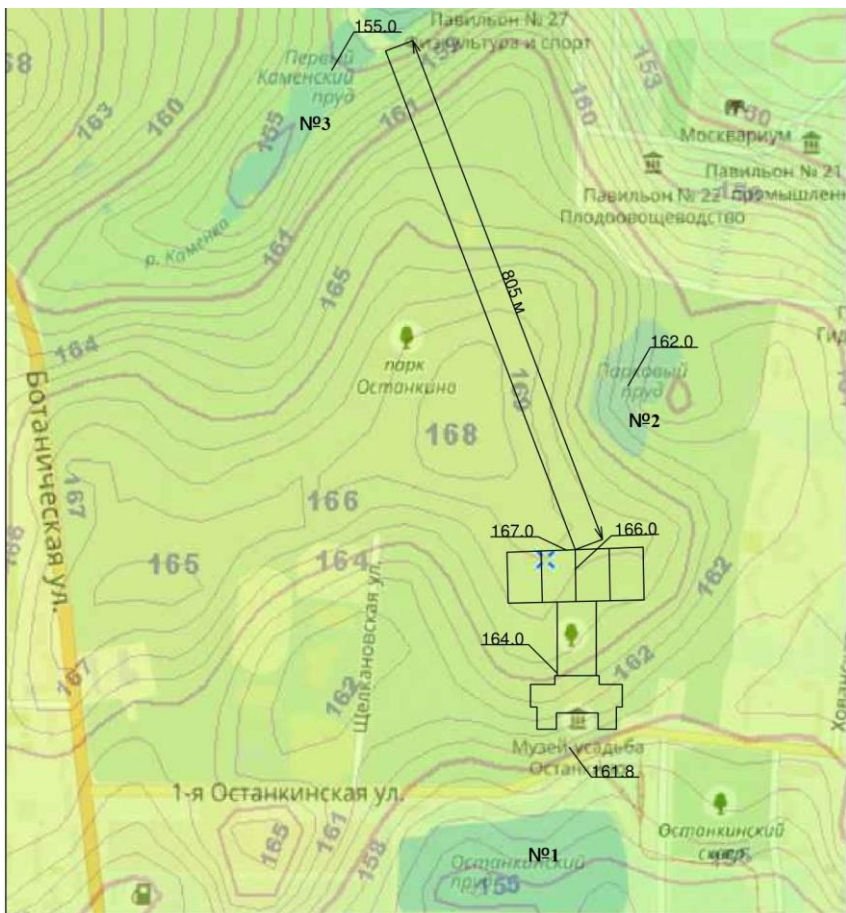


Рис. 5. Схема дренажа в соответствии с высотными отметками.

Представлен продольный геологический разрез местности вдоль всей дренажной системы.

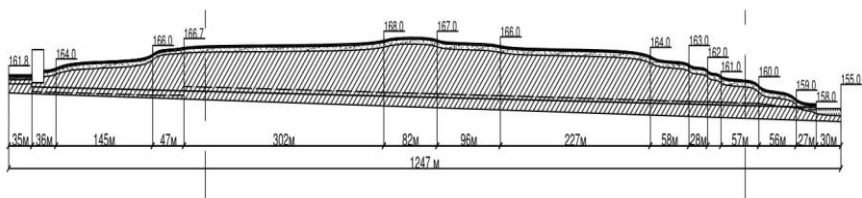


Рис. 6. Полный продольный геологический разрез местности.

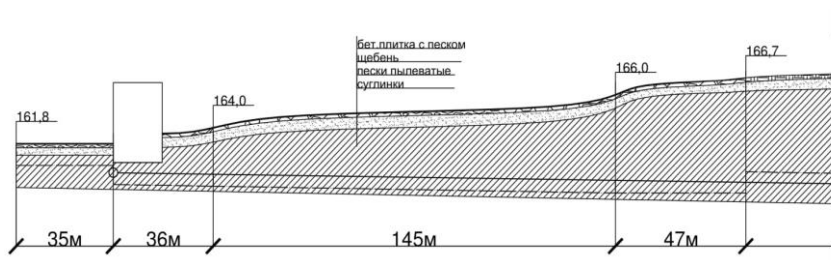


Рис. 7. Частичный продольный геологический разрез местности в начале системы (рабочая область).

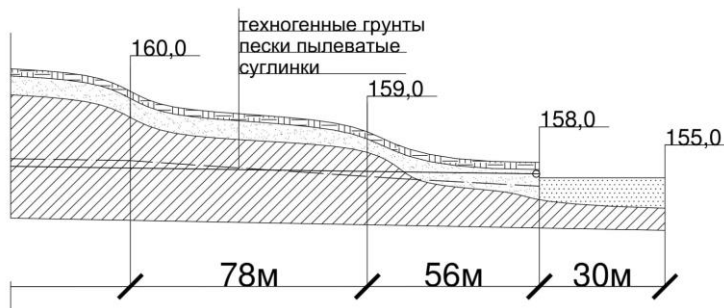


Рис. 8. Частичный продольный геологический разрез местности в конце системы (сброс в водоем).

Как видно по рис. 7 в начале дренажной системы в рабочей зоне уровень грунтовых вод находится ниже дренажного трубопровода. Как только рабочая зона заканчивается границей сада, надобность в понижении подъем вод пропадает, и уровень постепенно возвращается на свой естественный уровень, находясь выше трубопровода. На рис. 8 показан конец системы – сброс в водоем. Сброс осуществляется на уровне берега (157 м) с целью предотвращения обратного попадания воды из водоема.

Сборная труба прокладывается длиной 805 м от точки сбора воды с рабочей зоны и с уклоном в $i=0,004$.

Выводы:

1. Представлены схемы – план дренажной системы вокруг дворца театра, план дренажной дворца и прилегающего к нему сада, схема расположения дренажной системы относительно здания дворца, схема централизованного отвода воды от в Первый пруд, схема дренажа в соответствие с высотными отметками, полный продольный геологический разрез местности и частичный продольный геологический разрез местности в начале и в конце системы.

2. Предложен расчет радиуса действия дренажной депрессионной воронки и места сброса дренажных вод в водоем.

Библиографический список

1. Клиорина Г.И. Дренажи в инженерной подготовке и благоустройстве территории застройки – М.; СПб.: Изд-во АСВ: СПбГАСУ, 2002. – 144 с.
2. Киселев П.Г. Справочник по гидравлическим расчетам; под ред. П.Г. Киселева. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Энергия, 1972. – 312 с.
4. Прогнозы подтопления и расчет дренажных систем на застраиваемых и застроенных территориях: справ. пособие к СНиП. – М.: Стройиздат, 1991. – 272 с.
5. Румянцев Б.М., Жуков А.Д. Системы изоляции строительных конструкций : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по программе бакалавриата по направлению подготовки 270100 – «Строительство» – М.: МГСУ, 2013. – 671 с.
6. Филатов А.И. О некоторых особенностях расчета дренажно-распределительных систем скорых фильтров большой площади // Водоснабжение и санитарная техника. 2016. № 5. С. 17-20.

ИСТОРИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ ОТ ДРЕВНЕГО РИМА ДО ЭПОХИ ВОЗРОЖДЕНИЯ

Бусарева Е.А., студентка 1 курса 14 группы ИИЭСМ
Научные руководители – Орлов Е.В., доц., к.т.н.,
Ефремов Р.В., доц., к.т.н.,

Системы водоснабжения и водоотведения являются системами жизнеобеспечения, которые подают чистую воду на различные нужды и отводят загрязненные стоки на очистные сооружения для поддержания санитарной обстановки в городах и населенных пунктах [1-2].

Сегодня при проектировании данных систем используются передовые технологии подачи и распределения воды, а также водоподготовки и очистки канализационных стоков от различных видов опасных загрязнений, способных ухудшить качество проживания на городских территориях.

Развитие систем водоснабжения и водоотведения проходило непросто. В большинстве случаев оно напрямую зависело не только от уровня научно-технического прогресса определенной эпохи, но в большинстве случаев от мировоззренческих настроений людей того времени, на которых также большое влияние оказывали философские взгляды великих мыслителей.

В эпоху Древнего Рима были накоплены большие знания относительно санитарии и гигиены. На основании этих знаний, а также инженерных решений было построено большое количество систем водоснабжения и водоотведения. Возводились акведуки и виадуки, которые транспортировали воду в города. В Древнем мире широкое распространения получили Римские бани – термы, куда люди ходили наслаждаться водой. Водопотребление в те времена было очень высоким и составляло около 1000 литров на человека в сутки, что говорило об активном использовании воды и высоком уровне санитарии и гигиены [3].

Римская империя в те года занимала большую площадь, которую населяли различные народности. Однако именно в начале 1 тысячелетия нашей эры в связи с ослаблением влияния на другие территории, не захваченные Римом, начал ощущаться определенный застой из-за участвовавших набегов диких племен варваров с севера. Кроме того, также неправильная внутренняя политика императоров того времени значительно ухудшала ситуацию в государстве.

В V веке нашей эры под натиском варваров Рим пал. Было разрушено большое количество памятников архитектуры, а также инженерных сооружений. Дикие племена были способны только к разрушению, у них полностью отсутствовала культура гигиены. По этой причине накопленные ранее научные знания на многие годы были забыты. Именно в это время начинается новый этап исторического развития человечества, который называют Средние века или Средневековье (Темные века).

В это время активно развивается христианство, а также связанная с ней философия Средневековья – Патристика (II-VII века), а затем и Схоластика (VIII-XIV века), которая напрямую пересекается со священным писанием. Великие мыслители того времени (Августин Блаженный, Пьер Абеляр, Ансельм Кентерберийский, Фома Аквинский и др.) развивали теологическое мировоззрение, активно смещая спектр влияния в сторону религии.

Развитие религиозной философии активно подавляло какую-либо другую научную деятельность, так как священное писанием считалось ответом на все существующие вопросы. На этом фоне сильно крепнет церковное влияние и папство, которое на протяжении многих веков активно вмешивалось в государственную политику большого количества стран Западной Европы того времени.

Многие правители номинально находились под папским влиянием. Церковь становится институтом управления, активно увеличивая свое воздействие, сильно богатея. Стоит отметить крестовые походы, организованные при поддержке папства под предлогом освобождения территорий от неверных, которые заканчивались большим количеством грабежей и убийств только для увеличения благосостояния церковных служителей.

Активно расширялись и увеличивались города. Однако отсутствие четких научных знаний по градостроительству и санитарии приводило к неправильным решениям. Крупные населенные пункты того времени возводились и активно развивались именно рядом с большими и полноводными реками, например, Париж на реке Сена, Лондон на реке Темзе и т.д. Города того времени страдали от большого количества отходов и фекалий, которые не вывозились за территорию и не утилизировались. Они сбрасывались в водные объекты и затем сплавлялись вниз по течению, откуда забирала воду люди других поселений. Это приводило к вспышкам различных видов заболеваний. Активно свирепствовали тиф, чума, холера, оспа и т.д. Именно из-за этого гибла львиная доля населения городов того времени.

Кроме того, церковь и инквизиция активно пресекали все возможности малочисленных ученых того времени разобраться в проблеме и постараться ее решить. Наука в том понимании была в сильном упадке и не развивалась. Ученые того времени, которых в то время насчитывалось не более 10 человек (Альберт Великий, Парацельс и т.д.), сосредотачивали свои знания на мистических и оккультных направлениях, забывая о решении повседневных проблем, направляя свои мысли на второстепенные и не совсем актуальные задачи, например, поиск философского камня и получение золота из различных металлов. Учебные заведения в большинстве случаев тяготели к теологии, таким образом, подготовки специалистов по актуальным направлениям развития науки не происходило.

В городах отсутствовала система атмосферной канализации, не был организован правильный отвод с территорий осадков (узкие улицы, скудность застройки и т.д.). По этой причине при выпадении дождей часто

происходило подтопление и затопление территорий. Уровень воды поднимался до критической отметки. Находящиеся на улицах мусор и фекалии вымывались, смешивались с водным потоком, а затем попадали в ближайшие реки и озера, вызывая их загрязнения, что приводило опять к вспышкам эпидемий. Постоянно стоял неприятный запах гниющих отходов. Для передвижения по городу в сезон дождей популярностью пользовались ходули, а также широкие зонтики, т.к. экскременты выливались прямо из окон на прохожих.

Кроме того, активно загрязнялись водозаборные сооружения подземных вод - колодцы. Загрязнения проникали в них через грунт. Фонтаны, которые также использовали для водоснабжения, также сильно подвергались загрязнению в черте города по вышеперечисленным ранее причинам. Очистки природных вод в то время не существовало. Зон санитарной охраны не было ни для поверхностных, ни для подземных вод. От болезнетворных организмов гибло много народу. Существовало ошибочное утверждение о том, что если вода прозрачна, то она пригодная для питья.

При вспышке очередной эпидемии инквизиция искала виноватых и их находила в образе черных кошек, которых активно истребляли. По этой причине увеличивалась популяция крыс, которые являлись переносчиками большого количества заболеваний, т.к. город не очищался от фекалий и мусора.

Такая ужасная ситуация в городах продолжалась около 1000 лет, пока философское мировоззрение не стало меняться в другую сторону. Это произошло в эпоху зрелой Патристики (позднее Средневековье), когда английский философ Уильям Оккам (XIV век) выделил основной принцип дальнейшего развития мыслей того времени. Он заключался в отделении религии от философии, что дало им возможность развиваться отдельно по своим особым направлениям.

Однако изменения стали заметны немного позднее, а именно в начале развития эпохи Ренессанса (Возрождения), когда философское мышление было направлено не на религию, а на человека, провозглашая гуманистические направления в развитии общества того времени (Леонардо Да Винчи, Николай Кузанский, Джордано Бруно, Николай Коперник и т.д.). Именно тогда начинает проявляться интерес к жизни, что сильно отражается в искусстве – скульптуре, живописи и т.д. (антропоцентризм сменяет теоцентризм). Уровень гигиены начинает повышаться, люди начинают следить за чистотой своего тела, появляется много произведений искусства, которые изображают красоту человека, религиозная тематика отходит на второй план.

С технической точки зрения изменения становятся ощутимы. Начинают возводиться системы водоснабжения и канализации, запрещается сброс отходов на улицы и в водные объекты. Людей обязывали собирать фекалии в специальные выгребы, которые затем опорожнялись и увозились за пределы города. Развитие науки позволило создавать прообразы первых насосов для перекачки жидкости. Начинают прокладываться трубопроводы.

Увеличиваются знания по градостроительству и планировки территории городов и населенных пунктов.

Естественно, что глобальные изменения произошли не так быстро, однако это был значительный прорыв через 1000 лет огромного застоя в развитии строительства и архитектуры, а также всей мировой науки.

Стоит отметить, что сегодня в развивающихся и бедных странах ощущаются отголоски Средневековья. Например, в Индии некоторые города завалены мусором, а отсутствие финансов не позволяет строить системы водоснабжения и канализации в некоторых городах и населенных пунктах, из-за чего также возникают различные эпидемии, присущие прошлой эпохи застоя. Также велико влияние религиозных мировоззрений, осложняющих решение проблем санитарии и гигиены. Отсутствие жестких требований по нормированию сбросов загрязнений в водные ресурсы являются большой проблемой, требующей пересмотра водного законодательства, а также других нормативных актов данных государств [4-5].

В качестве заключения стоит отметить:

- застой в развитии систем водоснабжения и водоотведения, а также всей науки, был продиктован именно философскими мировоззренческими взглядами того времени;

- инквизиция и церковь являлись мощным фактором, сдерживающим развитие науки и техники;

- в развивающихся и бедных странах все еще прослеживаются характерные черты Средневековья, особенно там, где велико религиозное влияние;

- решение проблем загрязнения водных объектов развивающихся стран является первоочередной задачей для улучшения экологической обстановки на территории и качества жизни людей, путем строительства современных систем очистки природных, сточных вод, а также систем подачи и распределения воды, отведения сточных вод в городах и зданиях.

Библиографический список

1. Орлов Е.В. Инженерные системы зданий и сооружений: Водоснабжение и водоотведение. – М. Издательство Ассоциации строительных вузов. 2017. – 218 с.

2. Николадзе Г.И., Сомов М.А. Водоснабжение. – М.: Стройиздат, 1995. – 688 с.

3. Орлов Е.В., Балтрунайте О.Ю. Средние века. Особенности исторического развития водоснабжения и водоотведения // Техника и технологии мира. 2015. № 4. С. 43-47.

4. Орлов Е.В., Аксёнова Н.В., Балавас М.Я. Вода и устойчивое развитие. Основные идеи по улучшению водоснабжения городов и сохранению природного наследия // Техника и технологии мира. 2015. № 4. С. 37-42.

5. Орлов Е.В. Причины и предпосылки. Возникновение экологического движения в современном мире // Технологии мира. 2013. № 6. С. 43-47.

ПОВТОРНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОЧИЩЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД. МЕМБРАННЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ

*Васюткина О.В., Нестеренко А.А., студентки 4 курса 1 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Макишина Н.А., доц., к.т.н.*

В некоторых регионах нашей страны существуют кризисные ситуации в связи с недостаточными запасами водных ресурсов. Эти проблемы можно разрешить с помощью вторичного использования сточных вод после проведения соответствующей обработки.

Кроме бытовых сточных вод, на вторичное использование могут направляться городские воды и стоки промышленных предприятий. Вторичное использование сточных вод может быть разрешено только при обеспечении полной экологической безопасности (т. е. такое использование не должно негативно влиять на сложившуюся экосистему, культурные растения и почву), а также при исключении всяких рисков в санитарно-гигиеническом отношении для местного населения.

В отношении использования регенерированной воды принято выделять следующие категории:

- гражданское назначение: водоснабжение сетей кондиционирования воздуха и отопительных сетей, мойка мостовых и, а также водоснабжение вторичных водораспределительных сетей без права непосредственного использования такой воды в зданиях гражданского назначения за исключением систем слива туалетов и санузлов;

- промышленное назначение: снабжение систем пожаротушения, производственных контуров, моечных систем, косметической и фармацевтической продукцией;

- системы орошения: полив участков озеленения, полив культурных растений, продуктов непродовольственной сферы, спортивных объектов и садово-парковых зон.

Методы очистки подразумевают процессы с адгезионной биомассой, (это процессы, в ходе которых обеззараживающие бактерии присоединяются к фиксированной основе); либо процессы со взвешенной биомассой, когда грязь (активные грязи) поддерживается в состоянии постоянного перемешивания с нечистотами;

- очистка третьего уровня применяется, когда из очищенной воды удаляют питательные вещества (нитраты и фосфаты), согласно требованиям качества, предъявляемым к воде. Эту очистку производят после первичной и вторичной;

- нитрификация, дефосфоризация, денитрификация;

- финишная дезинфекция (применяется в случае, когда требуется обеспечить полную санитарно-гигиеническую безопасность сточной воды). Данная методика предусматривает обработку УФ-облучением, озонирование, либо же применение реагентов на основе хлора.

Существуют еще две технологии естественной очистки сточных вод, помимо вышеупомянутых способов. Речь идёт о биологическом отстаивании (иными словами лагунирование) и фитоочистка. Обе технологии, главным образом, нашли применение в таких районах, где существует возможность использования больших территорий или на водоочистных сооружениях малых размеров. Эти технологии применяют как очистку второго или третьего уровней.

Для биологического отстаивания требуются большие бассейны (лагуны), куда периодически заливается сточная фекальная вода. Происходит постепенное биологическое разложение загрязнения водорослями, либо живущими в бассейне микробными колониями (за счет аэробного, либо анаэробного метаболизма).

Суть фитоочистки заключается в том, что сточную воду постепенно заливают в каналы или ванны, где поверхность находится непосредственно под открытым небом (глубина воды от 40 до 60 см), а дно, находящееся все время под водой, служит основой корней особого вида растений. Основная цель таких растений – способствовать созданию микросреды, благоприятной для размножения микробной флоры, осуществляющей биологическую очистку. После прохождения очистной ванны, вода медленно направляется на дальнейшее использование, причем в объеме, равном залитому объему воды.

В некоторых случаях в качестве питьевых ресурсов (при недостаточном их запасе) можно использовать прошедшую соответствующую обработку сточную воду. Подобного типа очистные сооружения построены в целом ряде стран (например, в г. Вульпен, Бельгия).

Очищенная сточная вода, прошедшая соответствующую обработку, может подаваться либо в накопительное природного или искусственного типа водохранилище, либо же подаётся непосредственно в питьевой водопровод.

На сегодняшний день, одна из наиболее популярных технологий - так называемые двойные системы. Суть такой системы заключается в том, что рядом с обычной водопроводной сетью питьевого назначения организуется специально выделенная вторая сеть подачи сточной воды, прошедшей очистку.

Такую очищенную воду используют в следующих целях:

- бытовая техническая вода для санузлов в случаях, не предусматривающих прямой контакт с человеком (т. е. в основном, для слива унитазов);
- мойка тротуаров, улиц, пешеходных переходов и т.п.;
- поливка садово-парковых зон, зеленых насаждений, спортивных площадок и футбольных полей, полей для игры в гольф и пр.;
- мойка автотранспортных средств;
- водоснабжение декоративных фонтанов.

Кроме того, параллельно с общими двойными системами сегодня могут применяться эффективные технологии очистки воды, уже использовавшейся в отдельных агрегатах санузлов, для последующего вторичного

применения. Например, сточная вода умывальников, ванны и душевой кабины, после очистки (фильтрация воды и удаление из неё мыла и загрязнений) направляется в сливной бачок унитаза или на другие технические нужды, например, на поливку сада, или для мойки автомобиля. Системы такого типа подходят для применения в индивидуальных домах, отдельных квартирах, клубах, небольших гостиницах и проч.

Сточные воды, прошедшие очистку, успешно можно использовать для общих целей, как в гражданской, так и в промышленной сфере. Также, это могут быть и системы отопления, охлаждения и противопожарной безопасности.

Во многих ситуациях, когда на производстве требуются большие объемы воды, для таких целей также вполне подойдут очищенные сточные воды. Например, в целлюлозно-бумажной, текстильной промышленности, металлургии, красильных цехах и на многих других предприятиях.

В сущности, в агрозоотехнической сфере потребление воды существенно превышает потребление в промышленности гражданской сфере. Поэтому, в сельскохозяйственной сфере вторичное использование воды дает ощутимую экономию расхода водных ресурсов.

Существуют и определённые ограничения по применению вторичных вод в сельском хозяйстве. Например, нельзя использовать сточную воду, когда ее химический состав несовместим с сельским хозяйством (превышение содержания натрия и кальция по сравнению с калием и магнием).

В индивидуальных жилых домах, гостиницах, кондоминиумах, собираемая в накопительные резервуары дождевая вода может успешно использоваться в рабочих контурах санитарных приборов, для уборки, в стиральных машинах, для поливки растений и мойки автомобилей.

Следует отметить, что дождевая вода практически не требует особой очистки: будет достаточно простого фильтрования, пока она стекает по крышам зданий и попадает в накопительные резервуары. По имеющимся данным, в частном секторе до пятидесяти процентов дневной потребности воды можно перевести на использование регенерированной дождевой воды.

В настоящее время ключевой технологией повторного использования сточных вод является мембранная технология.

Мембранные методы очистки сточных вод

Мембранные технологии всё чаще находят применение в зарубежных странах. Считают, что вода после такой очистки достаточно чистая и может широко применяться для полива газонов, при уборке помещений, смыва в санузлах и проч.

Огромным плюсом является компактность систем с использованием мембранного биореактора из-за возможности их размещения в подвалах.

Специалисты выделяют пять способов очистки сточных вод при участии мембранных установок:

- обратный осмос (к раствору прикладывается давление, большее его осмотического давления, вследствие чего растворитель проходит через мембрану);
- ультрафильтрация (перетекание стоков осуществляется за счет давления и различия молекулярных масс и размеров компонентов разделяемой жидкости);
- микрофильтрация (взвеси и коллоидные растворы разделяются посредством применения давления);
- диализ (заключается в различии скорости диффузии различных веществ, для осуществления которой требуется градиент концентрации);
- электродиализ (ионы растворенного в воде вещества проходят через фильтр под воздействием электрического тока).

Мембраны микрофильтрации используются для очищения воды от муты, в то время как ультрафильтрация позволяет очистить жидкость от механических примесей, сохранив при этом солевой состав.

Нанофильтрация идеальна для удаления ионов тяжелых металлов и хлорорганических веществ, при этом в жидкости солевой состав остается практически неизменным.

Обратноосмотическая фильтрация позволяет получить практически чистую воду: в ней остаются лишь некоторые соли и газы, что позволяет опреснить соленую воду на 97 процентов. Для того, чтобы примеси не задерживали основной поток воды, в фильтре предусмотрена тангенциальная схема движения, при которой одна часть воды проходит через фильтр с целью очищения, а вторая смывает загрязнения с его поверхности.

Мембранный метод очистки сточных вод основан на свойствах пористых тел пропускать предпочтительнее одни вещества, чем другие.

Чаще всего, в технологиях очистки сточных вод от растворенных и тонкодиспергированных примесей используются процессы обратного осмоса, ультрафильтрации и электродиализа. Процесс обратного осмоса применяется для обессоливания воды в системах водоподготовки, в системах локальной обработки сточных вод при небольших их расходах для концентрирования и выделения относительно ценных компонентов и для очистки природных и сточных вод.

Осмоз – это самопроизвольный переход через полупроницаемую мембрану растворителя (воды) в раствор.

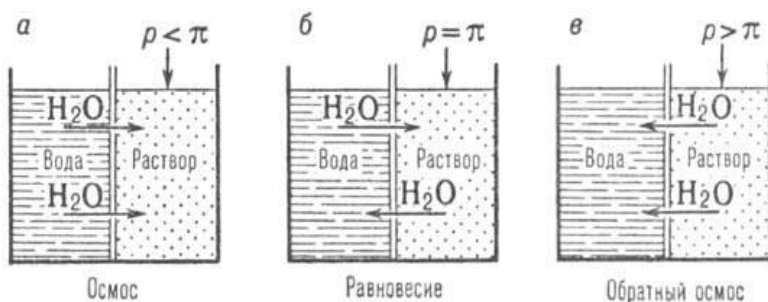


Рис. 1. Иллюстрация процесса прямого и обратного осмоса.

Обратным осмосом (или гиперфильтрацией) называют процесс фильтрования растворов под давлением через микропористые мембраны с очень тонкими порами.

Явление обратного осмоса заключается в том, что мембраны собирают воду, не обладающую растворяющей способностью в поверхностном слое, и, несмотря на то, что размер многих ионов загрязнителей меньше, чем размер молекул воды, через поры мембраны будет проходить только чистая вода. Принципиальное отличие обратного осмоса от обычного фильтрования заключается в том, что при обычном фильтровании осадок откладывается на фильтровальной перегородке, а поток фильтрата образуется в виде очищенного раствора (воды), а при обратном осмосе образуются два раствора, один из которых обогащен растворенным веществом. При обратном осмосе механизм проницаемости гораздо сложнее.

В процессе ультрафильтрации низкомолекулярные вещества и растворитель свободно проходят через поры мембраны, а высокомолекулярные вещества задерживаются, поскольку размер их молекул больше, чем размер пор, либо вследствие большого трения их молекул о стенки пор мембраны.

Отличие ультрафильтрации от обычного фильтрования заключается в отделении частиц меньших размеров и в размере пор мембраны, которые не должны превышать размеров частиц золя при ультрафильтрации. Кроме того, в результате этого процесса получается более концентрированная суспензия (лиозоль), а не осадок, образующийся при обычном фильтровании.

Проницаемость и селективность мембран являются главными характеристиками процессов обратного осмоса и ультрафильтрации. Мембрана, при ста процентах селективности, пропускает только растворитель, т.е. очищенную воду.

Мембраны должны иметь высокую проницаемость (то есть удельную производительность), обладать хорошей селективностью (то есть разделяющей способностью), стойкостью к воздействию среды, а также, постоянством характеристик и достаточной механической прочностью.

Мембраны могут быть сделаны из таких материалов как полимерные плёнки, металлическая фольга, пористое стекло, ионообменные материалы

или керамика. Наиболее популярным стало применение мембран из поливинилхлорида, полиамидов, ацетата целлюлозы, полистирола, и других полимеров.

Применение мембранных технологий для повторного использования сточных вод несомненно является наиболее перспективным методом. Ведь такие технологии позволяют не только экономить количество потребляемой питьевой воды, но также могут существенно снизить общую нагрузку на муниципальные системы канализации и городские очистные сооружения.

Библиографический список

1. Воронов Ю.В., Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод: Учебник для вузов – М.: Изд-во АСВ, 2006.
2. Колесников В.П., Вильсон Е.В. Современное развитие технологических процессов очистки сточных вод в комбинированных сооружениях / Под ред. Гордеева-Гаврикова В.К. – Ростов-на-Дону: Юг, 2005.
3. Методика технологического контроля очистных сооружений городской канализации. – М.: Стройиздат, 1977.
4. Воронов Ю.В., Алексеев Е.В., Саломеев В.П., Пугачёв Е.А. Водоотведение – М: ИНФРА-М, 2007.
5. Первов А.Г. Современные высокоэффективные технологии очистки питьевой и технической воды с применением мембран: обратный осмос, нанофильтрация, ультрафильтрация (монография). – М.: Изд-во АСВ, 2009.
6. Первов А.Г., Андрианов А.П., Спицов Д.В. Водо- и энергосбережение в городском хозяйстве. Применение современных мембранных технологий // Сантехника. 2013, №6, с. 30-35.

К ВОПРОСУ О НЕЙТРАЛИЗАЦИИ ЦИАНИСТЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СРЕДОЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПРИ ИЗВЛЕЧЕНИИ ТОНКОВКРАПЛЕННОЙ САМОРОДНОЙ МЕДИ ИЗ КОРЕННЫХ ПОРОД

*Герасимов В.А., студент 3 курса 14 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Янцен О.В., преподаватель*

Значительное место в природоохранных мероприятиях занимает строительство канализационных очистных сооружений. Поэтому так важно уделять этим вопросам отдельное внимание. При различном производстве образуются разнообразные, по своему составу, сточные воды, следовательно, задача по разработке и строительству комплекса очистных сооружений является уникальной в каждом случае [1].

При эксплуатации золотообогатительных переделов производства с использованием цианистого натрия образуются значительные объемы высокотоксичных отходов производства: жидкие стоки, газообразные выбросы, твердые хвосты процессов цианирования. Все цианистые соединения обладают токсичными свойствами, способные выделять циан-ион, которые пагубно влияют на атмосферу, а также являются ядом для человеческого организма [2].

На основе существующих методов нейтрализации циан-ионов и особенностей извлечения драгоценных металлов [3, 4] была разработана методика нейтрализации циан-ионов в стоках, поступающих с горно-перерабатывающих предприятий, с выделением осадка в виде драгоценных металлов. Самыми эффективными способами являются методы озонирования и щелочного хлорирования. Зачастую при добыче золота значительная часть драгоценных металлов, в частности меди, попадает в образующийся сток и важной задачей при очистке такой сточной воды является выделение меди для дальнейшей ее реализации.

Проанализировав способность циан-ионов подвергаться окислению, было принято решение, что вместо установки по приготовлению озона, одним из недостатков, которой является дороговизна, будет использоваться установка по приготовлению другого окислителя – гипохлорита натрия, который нейтрализует цианид ионы, с выделением азота:



При этом для безопасного окисления цианидов в растворе необходимо выполнить следующие условия: исходная концентрация циан-ионов не должна превышать 10,6 г/л; раствор должен иметь pH не менее 10 и температура раствора в ходе обезвреживания не должна превышать 70 °С.

Для разработки технологической схемы был произведен анализ сточной воды, после всех мероприятий горного обогащения руд, представленный в таблице 1.

Усредненные санитарно-химические показатели сточной воды, образующейся на производстве

	рН	Концентрация, мг/л						
		Mg	SO ₄	Cl	CN	CNS	As	Cd
Сток	11,2	6,1	1554	284	5355	4851	164	0,03
Норм. треб.	7,5-8,5	–	–	350	–	–	–	–
		Co	Cu	Ni	Pb	Sb	Zn	
Сток		5,5	4000	1,7	1,2	6,6	63,3	
Норм. треб.		–	9	–	–	–	9	

Детально проанализировав состав образуемой сточной воды, было выявлено, что рН равен 11,2, а содержание цианидов в стоке составляет 5,35 г/л. Из этого следует, что все условия для протекания реакции поступающего стока с гипохлоритом натрия – выполняются, что позволяет нам использовать этот реагент для нейтрализации. Таким образом, для реализации поставленных задач было разработана схема (рис. 1).

Рассмотрим детально стадии очистки:

I. Отработанный раствор поступает в резервуар-усреднитель исходных стоков, далее в тонкослойный отстойник, внутри отстойника происходит процесс отделения солей тяжёлых металлов, которые находятся во взвеси стока. Для лучшего отделения взвешенных веществ, в тонкослойный отстойник добавляется коагулянт (хлорид железа). После отделения раствора от взвеси, осадок перекачивают пневматическими насосами в реактор смешивания №2, представленный на рис. 3.

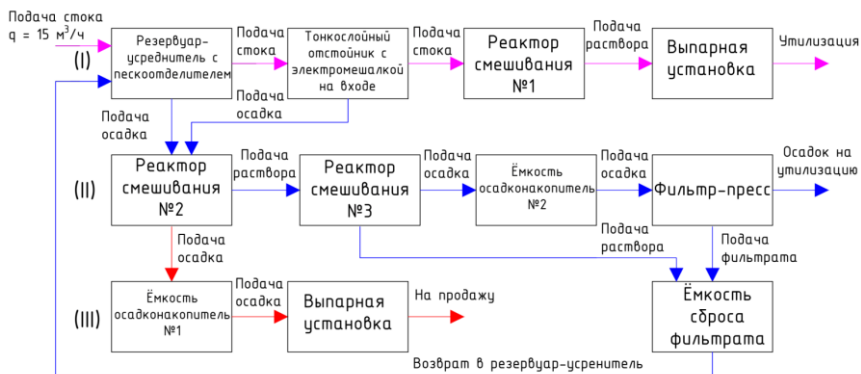


Рис. 1. Схема процессов очистки

(I) Очистка раствора от осадков взвеси солей тяжёлых металлов, солей цианидов и тиоцианатов с помощью добавления хлорида железа (III) FeCl₃ и прохождения через тонкослойный отстойник с последовательной добавкой гипохлорита натрия NaClO и выпаркой раствора; (II) Отделение меди от других солей тяжёлых металлов; (III) Доочистка медесодержащего раствора и выпарка до товарного продукта

Реактор смешивания №1

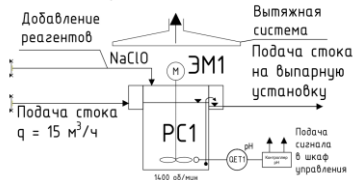


Рис. 2. Реактор смешивания №1.

Реактор смешивания №2

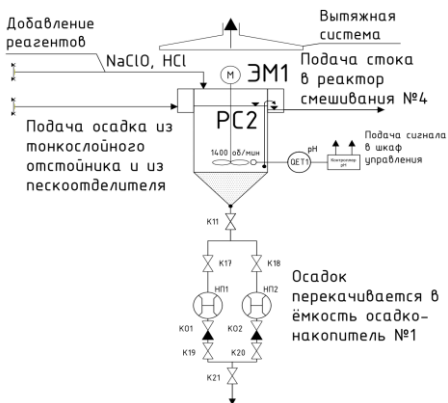


Рис. 3. Реактор смешивания №2.

Из тонкослойного отстойника сток, с помощью насосов, перекачивается в реактор смешивания стоков №1 (рис. 2), в нем находятся датчик кислотности, для контроля рН в сточной воде. Добавляющимся реагентом является гипохлорит натрия, который входит в реакцию с цианидами, нейтрализуя их.

Выделяющиеся газы через адсорбер сбрасываются в системы вентиляции предприятия. По завершении процесса обезвреживания отбирается проба для определения наличия цианидов в растворе. При отсутствии цианидов в обезвреживаемом растворе, включаются компрессоры, и содержимое реактора подаётся на выпарную установку, для образования соли в сухом остатке и для дальнейшей её утилизации.

II. Осадок из тонкослойного отстойника и из пескоотделителя поступает в реактор смешивания №2 (рис. 3), в котором находятся датчик кислотности. Нижняя часть реактора имеет форму усечённого конуса для осаждения нерастворимых соединений. Добавляющимися реагентами в данный реактор являются соляная кислота (корректировка рН) и гипохлорит натрия (нейтрализация циан-ионов).

В данном реакторе происходит 2 процесса: с помощью добавления реагента гипохлорита натрия повторяется стадия очистки реактора смешивания №1 – нейтрализация цианид-ионов, а также происходит отделение ионов меди от других ионов тяжёлых металлов при помощи образования нерастворимого в воде осадка – гидроксида меди, который после пойдёт на доочистку, для образования товарного продукта.

Изучив свойства тяжёлых металлов образовывать гидроксиды при определённом рН, [3], была составлена таблица 2, в которой указано при каком рН металл начинает образовывать гидроксид-ионы. Зная это, можно откорректировать кислотность раствора для образования нужных условий выделения гидроксида меди (II):

Гидроксиды металлов	Значения pH		
	Начало осаждения	Полное осаждение	Переход в раствор
$\text{Cu}(\text{OH})_2$	6,2	7,1	14
$\text{Fe}(\text{OH})_2$	7,5	9,7	13,5
$\text{Ni}(\text{OH})_2$	7,7	9,5	13,2
$\text{Pb}(\text{OH})_2$	7,4	9,0	10,5 / >>14
$\text{Co}(\text{OH})_2$	7,6	9,2	14,1
$\text{Cd}(\text{OH})_2$	8,2	9,7	13,7
$\text{Zn}(\text{OH})_2$	6,4	8,0	10,5 / 12-13
$\text{Sb}_2\text{O}_3 \times n\text{H}_2\text{O}$	0,9	1,9	6,5 / >>14

Гидроксид меди образуется при pH 7,1. После образования осадка, его перекачивают пневматическими насосами в ёмкость осадконакопителя, а после – на дальнейшую обработку. Раствор отправляют на доочистку в реактор смешивания №3.

В реакторе смешивания №3 происходит аналогичный процесс, как и в реакторе смешивания №2, только без 1 стадии – происходит корректировка pH для образования нерастворимых осадков тяжёлых металлов, которые после будут перекачены в ёмкость осадконакопитель, осадок из которого поступает на фильтр-пресс

III. Гидроксид меди поступает в ёмкость осадконакопителя, после чего, с помощью пневматических насосов – в выпарную установку, где происходит образования сухого остатка. Полученную медь выставляют на продажу.

Работа станции с требуемой суточной производительностью не более 360 м³/сут предусмотрена при непрерывной работе, с равномерным расходом. Каждое оборудование устроено вместе с вытяжной системой, так как возможно выделение синильной кислоты. Разработанная технологическая схема обеспечивает эффективную и безопасную нейтрализацию цианионов, а также выделение драгоценных металлов из поступающей сточной воды.

Для реализации данного проекта потребуется большое количество гипохлорита натрия, а также дорогостоящее оборудование. Но благодаря выведению и получению меди из отработанного раствора, все материальные затраты будут компенсированы в течение 1-2 лет, что приводит к окупаемости данной методики и использовании её на производствах золотообогатительных переделов с безопасной нейтрализацией циан-ионов в сточной воде.

Библиографический список

1. Родионов А.И., Клушин В.Н., Торочешников Н.С. Техника защиты окружающей среды. – М.: Химия, 1989. – 512 с.

2. Барченков В.В. Технология гидрометаллургической переработки золотосодержащих флотоконцентратов с применением активных углей. – Чита: Поиск, 2004. – 242 с.

3. Федосеева И.В., Баркан М.Ш. К вопросу о нейтрализации цианистых соединений при проведении средозащитных мероприятий при извлечении тонковкрапленного самородного золота из коренных пород. // Записки Горного института. 2016. Т.219. С.472-476.

4. Панова В.А. Определение простых и комплексных цианидов в природных и сточных водах, химические процессы их превращения в воде водоемов и методы очистки от них сточных вод: Автореф. дис. канд. хим. наук / АН СССР. Всесоюз. науч.-исслед. ин-т водоснабжения, канализации, гидротехн. сооружений и инж. гидрогеологии «ВОДГЕО». М., 1963. 22 с.

РАДИАЦИОННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДНОЙ СРЕДЫ

*Гурьева Д.В., Комарова Е.А., студентки 4 курса 2 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Нечитаева В.А., ст. преподаватель*

Научно-техническая революция (НТР), начавшаяся в середине XX в., а также связанный с ней высокий скачок промышленного производства привел к загрязнению окружающей среды, в том числе и природных источников, используемых для целей водоснабжения (реки, моря, океаны, водохранилища и т.д.). Проблема охраны природных источников от загрязнения встает остро не только в развивающихся странах, но и в промышленно развитых [1-3].

Загрязнение природных вод – это введение в водную среду определенных веществ в результате деятельности человека, которые ухудшают качество воды, а также отрицательно воздействуют на здоровье человека и оказывают негативное влияние на обитающие в водной среде организмы, провоцируя впоследствии их гибель [4-6].

Одним из самых опасных загрязнений водных ресурсов является радиоактивное заражение, когда в воду попадают радиоактивные вещества [7].

Существует несколько возможностей заражения водных ресурсов.

1. При испытаниях атомного оружия происходит выпадение радиоактивных веществ из облака ядерного взрыва, которые попадают в водные ресурсы, а также воздушный бассейн. Происходит также поражение людей и животных главным образом в результате внешнего гамма- и (в меньшей степени) бета-облучения, а также в результате внутреннего облучения (в основном альфа-активными нуклидами). Радиоизотопы попадают в организм животных и людей с воздухом, водой и пищей [8].

2. При техногенных авариях, например, утечки из ядерных реакторов, утечках при перевозке и хранении радиоактивных отходов, случайных утечках промышленных и медицинских радиоисточников и т. д. происходит выброс данных радиоактивных изотопов в водные ресурсы и воздушный бассейн [9].

Основными загрязняющими радиоактивными компонентами, которые могут загрязнить водные ресурсы, являются

- Йод-131 – является бета- и гамма-радиоактивным, период полураспада составляет около 8 суток. В связи с бета-распадом вызывает мутации и гибель клеток, в которые он проник, а также – окружающих тканей на глубину нескольких миллиметров. Концентрируется в основном в щитовидной железе.

- Стронций-90 – период полураспада – примерно 28,8 лет. В окружающую среду Sr попадает преимущественно при выбросах с АЭС и ядерных взрывах. Крайне опасен. Откадывается, в основном, в костных тканях (костях).

- Цезий-137 – период полураспада – 33 года. Один из главных компонентов радиоактивного загрязнения биосферы. Выброс Cs в окружающую

среду происходит в основном в результате аварий на предприятиях атомной энергетики и испытаний ядерного оружия.

- Кобальт-60 – период полураспада примерно равен 5,3 года.
- Америций-241 – период полураспада примерно равен 433 года.

Одним из самых мощных загрязнений, как водных ресурсов, так и воздушного бассейна, стала серия испытаний атомной бомбы на атолле Бикини в 1946 году американскими военными в рамках операции «Перекрёсток». Это были первые атомные испытания, проведённые на Маршалловых островах (Океания), и первые объявленные публично. На испытаниях присутствовали приглашенные гости и пресса.

Было решено произвести два ядерных взрыва бомбы: в воздухе и под водой, а затем сравнить их разрушающую силу. В качестве мишени американские военные использовали 95 кораблей, которые были собраны в лагуне атолла Бикини с полностью заправленным боекомплектом. Они пытались воссоздать реальную картину боевых действий по нападению врага на военно-морскую базу.

Для того, чтобы корабли-мишени могли войти в гавань, было использовано 100 тонн динамита для уничтожения коралловых выступов на входе в лагуну Бикини.

В самом центре разместили основные корабли-мишени. Это были четыре устаревших американских линкора, два авианосца, два крейсера, одиннадцать эсминцев, восемь подводных лодок, многочисленные вспомогательные и десантные корабли и три захваченных у Японии и Германии корабля. На нескольких кораблях-мишенях были размещены живые животные, что вызвало огромный протест экологов.

Первая атомная бомба была сброшена с бомбардировщика и взорвалась на высоте 158 метров над флотом-мишенью, мощность взрыва составила 23 килотонны. Два десантных корабля затонули немедленно, два эсминца через час, один крейсер – на следующий день.

Некоторые из 114 присутствующих на испытаниях представителей прессы были разочарованы эффектом, который произвёл взрыв. Газета New York Times писала, что «только два корабля затонули, один опрокинулся, а восемнадцать получили повреждения». Военными было сделано заключение, что «крепко построенные и хорошо бронированные корабли сложно потопить, если им не нанесено повреждений в подводной части».

После взрыва радиоактивные продукты распада поднялись в стратосферу и вызвали глобальное загрязнение окружающей среды в большей степени. Они переносились ветром на огромные расстояния Тихого океана, а затем оседали на воду, которая разносила загрязнения в самые разные стороны Мирового океана. Считается, что они могли дойти до континента и попасть в пресные воды водоемов и водотоков Южной Америки и Азии. Несколько рыбацких кораблей Японии попали в радиоактивное облако, в результате чего многие моряки получили лучевую болезнь, а некоторые погибли через некоторое время.

Также в результате испытаний произошло радиоактивное заражение всех кораблей, использованных в качестве мишеней.

Вторую атомную бомбу было решено взорвать под водой на глубине 27 м. В данном случае урон для кораблей мишеней стал больше, чем при первом взрыве. Затонуло большое количество кораблей, находящихся в лагуне, которые от взрывной волны бомбы поднялись в воздух и перевернулись, сразу же затонув. Продукты распада полностью смешались с двумя миллионами тонн брызг и морского песка, которые поднялись колонной в воздух и образовали голову цветной капусты, а затем упали обратно в лагуну. Большая его часть осталась в лагуне и осела на дно или была вынесена в океан внутренними приливно-отливными и ветровыми течениями. Произошло тотальное загрязнение водных ресурсов атолла, а также почвы.

Близлежащие острова стали непригодны для сельского хозяйства, рыболовства и проживания. Большинство жителей островов умерли через несколько лет от лучевой болезни. В связи с радиоактивным заражением Бикини оставался необитаемым до 2010 года, не считая редких визитов дайверов. Сегодня на дне океана покоятся потопленные ранее корабли, радиационный фон которых до сих пор остается очень высоким. Испытания показали, что хорошо бронированный флот может еще некоторое время сопротивляться противнику даже при условии поражения ядерной бомбой. Таким образом, был развеян миф о том, что исход любых военных действий можно решить всего лишь одним атомным взрывом.

Жан-Мишель Кусто – французский исследователь, защитник окружающей среды, кинопродюсер, а также старший сын известного океанографа Жака-Ива Кусто, в середине 90-х годов прошлого века занимался исследованием различных островов Тихого океана. По его мнению, испытания на одном только атолле привели к мощнейшему загрязнению природных ресурсов данного региона. Сейчас в Океании много кораллов гибнут по неизвестным причинам, предполагается, что о себе напоминают отголоски тех давних ядерных испытаний, проведенных на атолле, т.к. радиоактивные загрязнения, скорее всего, продолжают перемещаться в водных просторах.

В 2013 году мир стоял на грани новой атомной катастрофы, когда лидер Северной Кореи Ким Чен Ын пытался произвести пуск баллистической ракеты дальнего действия с ядерным зарядом в учебных целях, что могло бы привести к большим экологическим проблемам. Для предотвращения катастрофы были мобилизованы военно-морские силы Японии и США. К берегам Северной Кореи подошел японский эсминец с ракетным комплексом для перехвата баллистической ракеты при возможной провокации. К счастью, в последний момент пуск ракеты был отменен.

Авария на японской АЭС «Фукусима» привела к масштабным радиоактивным загрязнениям морской воды, которую экстренно использовали для охлаждения ядерного реактора, а затем сливали обратно в море. В ней был обнаружен радиоактивный нуклид йод-131 и цезий-137. В то же время в городе Токио были введены ограничения на употребление водопроводной воды детьми до одного года из-за обнаружения в ней йода-131, который

мог попасть через водозаборные сооружения из загрязненных водоемов или водотоков после аварии на АЭС. Ходят слухи, что под самой станцией образовалось небольшое искусственное радиоактивное озеро.

В пробах морской воды, взятых в 30-километровой зоне станции, был обнаружен иод-131 (несколько выше допустимых норм) и цезий-137 (намного ниже допустимых норм). В пробах, взятых в 330 метрах от станции, активность превысила допускаемые нормы в 3355 раз, а затем в 4385 раз.

В двух из пяти пробах почвы на промплощадке станции обнаружены незначительные количества плутония.

Следы радиоактивных веществ были отмечены по всему земному шару (они переносились по воздуху и через водные ресурсы): в Западной Европе (Германия, Исландия, Франция), США (Калифорния, Вашингтон, Орегон, Колорадо, Гавайи, Массачусетс и др. штаты), Южной Корее (Сеул) и России (на корабле, прибывшем в Ванино из порта Кавасаки, в Приморском крае, в Камчатском крае). Многие страны, в том числе Россия, запретили ввоз в страну продуктов из нескольких префектур Японии.

В конце 2012 года уровень радиации на побережье, где находится АЭС «Фукусима-1», превышал норму более чем в сто раз. Замеры провело министерство окружающей среды Японии. В этом районе по-прежнему запрещено ловить рыбу, а также использовать воду на питьевые цели. Большинство жителей не спешат возвращаться в свои дома.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что использование атомных электростанций в будущем вызывает много вопросов. Многие ученые считают развитие атомной энергетики нецелесообразным. Они убеждены, что решить проблему энергетической безопасности и климата и одновременно ликвидировать энергетическую бедность вполне можно без атомной энергетики. Это совершенно справедливо для России с большими запасами энергоносителей и высоким потенциалом энергосбережения, а также возобновляемых источников энергии. Спорным считается вопрос использования атомных силовых установок в подводных лодках, военных и гражданских кораблях из-за невозможности организации безопасности окружающей среды и экипажа при возможной аварии или при потоплении корабля в результате военных действий (корабль с атомной силовой установкой может преодолеть расстояние в несколько тысяч раз больше, чем на другом виде топлива). Некоторые экологи, учитывая бесперспективность развития атомной энергетики, выступают против строительства новых АЭС и за вывод из эксплуатации старых после выработки их ресурса.

Многие природоохранные организации (Гринпис, Всемирный фонд дикой природы WWF) предлагают пересмотреть принятое сейчас представление об атомной энергетике как о возможном высокотехнологичном товаре для экспорта, поскольку только скоординированные совместные действия по прекращению использования атомной энергии могут обеспечить ядерную безопасность на планете.

Хочется сказать, что открытие радиоактивности позволили человеку решить многие вопросы, например, получение дешевой электроэнергии, но в тоже время, это стало толчком к осознанию тех возможных проблем, с которыми еще предстоит столкнуться по причине небольшой изученности данного научного направления, что можно увидеть в вышеперечисленных примерах.

Необходимо подчеркнуть, что для решения проблемы радиоактивного загрязнения водных ресурсов необходимо как можно быстрее продолжать дальнейшее ядерное разоружение стран, а также препятствовать разработкам атомной энергии в военных целях новыми государствами. Отказ от строительства АЭС будет правильным решением, в связи с вышеперечисленными проблемами. Например, одной из стран, заявившей о переходе на альтернативные источники получения энергии стала Франция. К 2030 году они собираются начать сворачивать свою ядерную программу, а к 2050 году полностью от нее отказаться в пользу солнечной энергетики.

Библиографический список

1. Орлов В.А., Квитка Л.А. Водоснабжение. М. Издательский дом Инфра-М. 2015. 443 с.
2. Кедров В.С., Исаев В.Н., Орлов В.А., Пальгунов П.П., Сомов М.А., Чухин В.А., Водоснабжение и водоотведение: Учебник для вузов. – М.: Стройиздат, 2002. – 335 с.
3. Орлов Е.В. Инженерные системы зданий и сооружений. Водоснабжение и водоотведение. М.: Издательство АСВ. 2015. 216 с.
4. Орлов Е.В., Аксёнова Н.В., Балавас М.Я. Вода и устойчивое развитие. Основные идеи по улучшению водоснабжения городов и сохранению природного наследия // Техника и технологии мира. 2015. № 4. С. 37-42.
5. Орлов Е.В. Причины и предпосылки. Возникновение экологического движения в современном мире // Технологии мира. 2013. № 6. С. 43-47.
6. Орлов Е.В. Водоснабжение. Водозаборные сооружения. – М. Издательство Ассоциации строительных вузов. 2015. 136 с.
7. Орлов Е.В. Основные источники загрязнения природных вод. Мероприятия по охране природных источников от загрязнения и истощения // Технологии мира. 2013. № 5. С. 35-47.
8. Орлов Е.В., Волков К.А., Юнчина М.Н., Мельников Ф.А., Серов А.Е. Загрязнение природы. Влияние военных конфликтов на состояние водной и воздушной сред обитания // Техника и технологии мира. 2014. № 10. С. 31-37.
9. Орлов Е.В. Час земли. Общественный призыв к решительным мерам по сохранению природных ресурсов нашей планеты // Техника и технологии мира. 2014. № 2. С. 45-47.

ДООЧИСТКА ВОДОПРОВОДНОЙ ВОДЫ

*Звягин И.П., студент 2 курса магистратуры 3 группы ИИЭСМ
Герусова А.Г., студентка 2 курса магистратуры 3 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Говорова Ж.М., проф., д.т.н.*

Обеспечение населения качественной питьевой водой является одной из важнейших задач современности. Часть населения использует питьевую воду, не соответствующую требованиям стандартов.

Станции очистки воды обеспечивают нормативное качество воды до точки ее подачи в водопроводную сеть. Однако в распределительной сети, коммуникации которой зачастую исчерпали свой ресурс, происходит вторичное загрязнение питьевой воды, и изменение ее качества по пути к потребителю.

В таблице 1 приведены данные по числу нестандартных проб питьевой воды на примере г.о. Самара по среднегодовым величинам приоритетных загрязнителей в период 2010-2013 гг. [1].

Таблица 1

Число нестандартных проб питьевой воды (в %)

Показатели	Источник водоснабжения							
	Поверхностный				Подземный			
	% нестандартных проб				% нестандартных проб			
	2010	2011	2012	2013	2010	2011	2012	2013
Цветность	58	25	33	75	0	0	0	0
Жесткость	0	0	0	0	100	100	100	100
Сухой остаток	0	0	0	0	100	100	100	100
Перманганатная окисляемость	54	50	75	66	0	0	0	0
Химическая потребность в кислороде	100	100	100	100	100	100	100	100
Нефтепродукты по ИК*	79	75	66	12	0	0	0	30
Нефтепродукты по УФ**	4	87	6	0	0	0	0	0
Фенолы	100	87	58	12	0	0	0	0

Примечание: * - детектирование в инфракрасной области спектра; ** - детектирование в ультрафиолетовой области спектра.

Причинами вторичного загрязнения воды могут выступать следующие факторы [2, 3]:

- неудовлетворительное состояние водопроводных труб, что является причиной повышенного содержания железа, появления нежелательной окраски воды или запаха сероводорода;

- нарушение герметичности водопроводных труб, из-за которых в систему попадают различные загрязнения, в основном, крупные механические частицы, ухудшающие органолептические свойства воды;

- использование стальных водопроводных труб без антикоррозийной защиты, подвергающихся разрушению, вследствие интенсивного протекания коррозии;

- остаточные содержания взвешенных веществ, алюминия, железа, фитопланктона могут образовывать рыхлые отложения на стенках трубопроводов (особенно на участках с низкими скоростями движения воды), которые периодически выносятся потоком воды и попадают к потребителю;

- при длительном пребывании воды в распределительной сети также возможна трансформация запахов, появление затхлого запаха, помутнение, а также некоторое повышение концентрации хлороформа за счет увеличенного времени контакта воды с хлором;

- при авариях, неисправности арматуры и неправильной эксплуатации внутримдомовой и районной водопроводной сети возможно подмешивание горячей воды в холодную; падение давления при прорывах трубопроводов; нарушение регламента проведения ремонтных работ также может привести к загрязнению водопроводной воды.

Как результат вторичного загрязнения, вода может быть загрязнена механическими примесями, ржавчиной, в ней могут быть обнаружены паразиты, возрастет уровень микробиологических показателей, что в свою очередь, приводит к увеличенной дозе хлора и появлению неприятного запаха.

В связи с тем, что в отдельных случаях качество водопроводной воды не соответствует ее нормативным требованиям [4] возникает необходимость использования бытовых систем доочистки.

Бытовые системы доочистки, как правило, многоступенчатые системы, использующие в технологии от двух до пяти различных блоков (фильтр грубой очистки, сорбционный блок, ионообменный блок, фильтр тонкой очистки, блок минерализации), отвечающих за удаление определенного вида загрязнения из воды и входящих в общую технологическую цепочку.

Фильтры грубой очистки предназначены для удаления из воды механических примесей (ржавчины, песка и пр.) размерами больше 5 мкм.

Сорбционный блок – это касеты со сменными фильтрующими картриджами с активированным углем. Данные фильтры удаляют из воды до 90% органических загрязнений, к которым относятся хлорорганические соединения, гуминовые и фульвокислоты, аммиак. Эффективны активиро-

ванные угли и в отношении солей тяжелых металлов, газов и посторонних запахов.

Ионообменный блок предназначен для очистки воды от солей жесткости и нитратов, в меньшей степени – солей тяжелых металлов, железа, марганца, сульфатов и хлоридов.

Фильтры тонкой очистки представляют собой полупроницаемую (ультрафильтрационную или обратноосмотическую) мембрану. Как правило, используются рулонные фильтр-системы, на которые под давлением подается вода, прошедшая предыдущие этапы очистки.

Блок минерализации насыщает полностью очищенную ультрафильтрацией от солей воду необходимыми минералами. Достигается это пропуском воды через слой шунгита, кремния или другие виды минерализаторов. Кроме того, системы доочистки могут комплектоваться дополнительными ступенями – различными биоактиваторами и структураторами, приближающими воду к максимально физиологичному состоянию.

На рис. 1 представлена типовая схема доочистки питьевой воды в квартире.

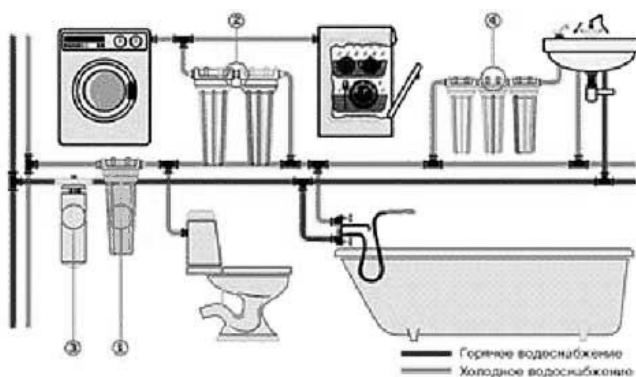


Рис. 1. Схема доочистки питьевой воды:

1 – магистральный фильтр механической очистки холодной воды, 2 – магистральный фильтр умягчения холодной воды, 3 – магистральный фильтр механической очистки горячей воды, 4 – многоступенчатый фильтр доочистки питьевой воды типа «под мойку»

Эффективность водоочистных бытовых устройств определяется согласно ГОСТ Р 51871-2002 [5].

На практике наиболее сложной задачей является определение времени выработки ресурса фильтрующих элементов системы доочистки воды, такие показатели качества воды как запах, мутность, цветность и железо потребитель может оценить органолептически и принять решение о замене (регенерации) фильтрующих элементов. Однако, наибольшую опасность для человека представляют другие химические загрязнения, указанные выше и определяемые только аналитическим способом.

Для определения гарантированного ресурса водоочистного устройства (рекомендуемой частоты замены или регенерации фильтрующих элементов), оно должно быть испытано на эффективность на конкретной исходной водопроводной воде, максимально приближенной по своему составу к очищаемой водопроводной воде.

Представляло интерес определение эффективности работы водоочистного устройства на примере фильтра доочистки воды JNT-RO, общий вид которого представлен на рис. 2, а технические характеристики фильтра – пятиступенчатой фильтрационной установки приведены в таблицах 2 и 3.



Рис. 2. Фильтр доочистки питьевой воды JNT-RO

Таблица 2

Технические характеристики фильтра JNT-RO

Характеристика	Значение
Производительность	190...280 л/сут
Запас чистой воды в баке-накопителе	6...8 л
Давление исходной воды на входе	2...6 атм
Срок службы:	
водоочистителя	1,5...2 года
сменных картриджей	3...6 месяцев
постфильтра	1 год
Габариты	270x210x450 мм
Вес	11 кг
Рабочая температура	от +4 до +35°C

Принцип работы фильтра заключается в следующем. Исходная водопроводная вода сначала проходит предварительную очистку в трех фильтрах, в которых задерживаются механические примеси с размером частиц

крупнее 5 микрон, устраняется запах, остаточный хлор, органические вещества, неприятные привкусы и мутность. Предварительно очищенная вода поступает на четвертую ступень очистки – обратноосмотическую мембрану, где происходит отделение воды от растворенных загрязнений и примесей, в том числе бактерий и вирусов. На заключительной стадии вода проходит через угольный постфильтр.

Таблица 3

Технические характеристики элементов фильтра JNT-RO

Характеристика	Значение
Фильтр 1 ступени	
▪ материал	полипропилен
▪ размер пор	5 мкр
▪ загрязнения	песок, грязь, ржавчина, окалина
▪ ресурс	до четырех человек – 180 сут
Фильтр 2 ступени	
▪ материал	гранулированный кокосовый уголь
▪ загрязнения	хлор, органические соединения
▪ ресурс	до четырех человек – 180 сут
Фильтр 3 и 5 ступени	
▪ материал	активированный уголь
▪ загрязнения	тонкая взвесь, запахи, привкусы
▪ ресурс	до четырех человек – 180 сут
Мембрана (4 ступень)	
▪ материал	полиамидная полупроницаемая рулонная
▪ загрязнения	органические, микробиологические, тяжелые металлы, фтор, нитраты, нитриты, бактерии, вирусы
▪ производительность	до 190 л/сут
▪ пористость	0,00001 мкм
▪ эф-ть фильтрации	98%
▪ рабочее давление	2,8...8 атм
▪ промывка	5% р-р лимонной кислоты, 5-6 ч, 1 раз в 3-4 месяца

Эффективность очистки водопроводной воды (г. Москва) анализировалась в середине эксплуатационного ресурса фильтра через 6 месяцев с момента включения его в работу. Смена фильтрующих элементов и химическая промывка мембраны в течение указанного срока эксплуатации не производились.

Испытания проводились на базе лаборатории кафедры ВиВ НИУ МГСУ. Для определения показателей качества использовались стандартные методики и сертифицированное оборудование. Результаты сведены в таблицу 4.

Качественный состав исходной и очищенной водопроводной воды (27.02.2018)

№ п/п	Показатель	Водопроводная вода		СанПиН 2.1.4.10.74-01	СанПиН 2.1.4.1116-02*
		до установки	после установки		
1.	Мутность, мг/л	0,043	0	1,5	1,5
2.	Цветность, град.	13	2	20	20
3.	pH	7,62	6,65	6-9	6-9
4.	Солесодержание, мг/л	289	45	1000	100-1000
5.	Щелочность, мг-экв/л	2,89	0,59	не норм.	не норм.
6.	Жесткость, мг-экв/л	3,75	0,63	7	1,5-7
7.	Ca ²⁺ , мг-экв/л (мг/л)	2,9 (116)	0,41 (16,4)	не норм.	0,62-3,2 (25-130)

Примечание: * норматив физиологической полноценности воды

Результаты показали, что качество исходной водопроводной воды соответствовало нормативам [4]. После пятиступенчатой фильтрационной установки количество взвешенных веществ и цветность воды снижались, однако по показателям солесодержание, жесткость и кальций доочищенная вода не может считаться физиологически полноценной. В данном конкретном случае применение доочистки водопроводной воды не целесообразно.

Библиографический список

1. Сазонова О.В., Исакова О.Н., Бедарева Л.И., Сухачева И.Ф., Вистяк Л.Н., Тупикова Д.С. К вопросу о качестве питьевой воды централизованного водоснабжения в городском округе Самара // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 6-1. С. 86-90.
2. Калачев С.Л., Якубаускас А.Н. Питьевая вода и бытовые водоочистительные устройства: потребительские свойства и экспертиза качества. Москва: РГТЭУ, 2010. 102 с.
3. Журба М.Г., Говорова Ж.М., Говоров О.Б. Бытовые и локальные системы подготовки питьевой воды: выбор, надежность, специфика эксплуатации // Водоснабжение и канализация. 2010. № 3-4. С. 64-68.
4. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России. 2002.
5. ГОСТ Р 51871-2002. Устройства водоочистные. Общие требования к эффективности и методы ее определения.

К ВОПРОСУ ОБ УЛУЧШЕНИИ ЗАБОРА ВОДЫ ИЗ ПОВЕРХНОСТНЫХ ИСТОЧНИКОВ

*Комарова Е.А., Гурьева Д.В., студентки 4 курса 2 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Михайлин А.В., ст. преподаватель*

Очень часто в практике строительства водозаборных сооружений из поверхностных источников начинают сталкиваться с проблемой забора воды [1-3]. Это обуславливается суровыми природными условиями, которые осложняют работу водозабора. К ним можно отнести шугу и лед. Другой проблемой является засорение водоприемников различными видами наносов, которые мигрируют по реке в водном потоке. Естественно, что все вышеперечисленное осложняет работу всей системы водоснабжения, а в первую очередь водозаборных сооружений.

Для облегчения забора воды из реки, а также с целью борьбы с внутриводным льдом, шугой и наносами в практике строительства водозаборных сооружений используют водоприемный ковш. Под ним подразумевают возведение на водотоке специального искусственного залива, в котором устанавливают водозабор.

Водоприемный ковш на водотоке работает следующим образом. Скорость движения втекающей в него воды значительно меньше скорости в самой реке. Как правило, она составляет порядка 0,15-0,05 м/с. Небольшая скорость воды в холодное время, когда появляются первые заморозки, приводит к тому, что ледостав в ковше образуется значительно раньше, чем в самой реке. Таким образом, нижние слои в искусственном заливе не переохлаждаются, что исключает образование внутриводного льда и шуги, которые, плавая в водном потоке, могут сильно нарушить работу водозабора.

Далее происходит хорошая борьба со взвесью по причине небольшой скорости втекающей воды. Взвешенные наносы при малых скоростях начинают оседать на дно, таким образом, к самому водоприемнику доходит более чистая вода, чем та, которая находится в реке.

Водоприемные ковши целесообразно устраивать на водозаборных сооружениях средней и большой производительности в пределах до 25 м³/с. Допускается строить такой искусственный залив в две параллельные линии (нити канала), что позволяет забирать большие объемы воды. Также одну нить можно отключать на случай аварии, ремонта, либо для очистки ложа водоприемного ковша от скопившегося в нем мусора или наносов.

Строительство водоприемных ковшей идет с использованием тяжелой строительной техники [4-5]. Происходят большие земляные работы с вывозом грунта и устройством насыпей. Если русло сложено скальными породами, приходится выполнять дополнительно много трудоемких работ. В таком случае целесообразно использовать плавучие буровые установки, а также скважинный метод взрывных работ.

Глубина воды в искусственном заливе должна быть больше, чем-то место реки, с которой он граничит. У самого водоприемника она должна

достигать самого высокого значения, чем в других местах ковша, что позволит забирать самую чистую воду без наносов.

Место установки водоприемного ковша должно выбираться после тщательных дополнительных изысканий, которые проводят специалисты перед началом строительства.

Водоприемные ковши не следует строить в зонах, где возможно образование шугозажоров рядом с берегом, что может неблагоприятным образом сказаться на заборе воды. Также искусственный залив не должен приводить к нарушению бытового режима течения самой реки, к возникновению заторов льда и ухудшению водопользования данного водотока.

После ввода в работу водоприемного ковша необходимо его правильно эксплуатировать, чтобы в нем соблюдались все необходимые условия. С определенной периодичностью, в зависимости от объема поступающих наносов, необходимо производить его очистку от отлагающихся в нем взвесей. Водоприемные ковши небольших размеров, которые засоряются песчано-илистыми отложениями, целесообразнее очищать экскаваторами.

Использование водоприемного ковша для организации стоянки даже небольшого водного транспорта не допускается, т.к. это обязательно будет приводить к возникновению неблагоприятных изменений режима течения. Также произойдет засорение водной поверхности, например, топливом, маслом, различными видами мусора. В случае, если вода используется только на технические цели промышленного предприятия и хорошего качества не требуется, то стоянка такого транспорта может быть возможна, но обоснована и в большинстве случаев ограничена.

В зависимости от характера рек и их характеристик существуют различные виды водоприемных ковшей. При установке искусственного залива на шугоносной реке, целесообразнее будет строительство его варианта с низовым входом воды, который при таких условиях будет работать эффективно. Для этого сооружается верховая и низовая дамбы, которые ограничивают вход в ковш.

Строительство водоприемного ковша с верховым входом не практикуется, т.к. такое расположение дамб, в данном случае против течения воды в реке, приведет, особенно на шугоносной реке, к быстрому засорению ковша и самого водозаборного сооружения шугой, сором и наносами.

Другим компоновочным вариантом водоприемных ковшей является их полное или частичное заглубление в берег. В данном случае целесообразнее делать искусственный залив под углом 135° к реке. Это позволяет снизить его заносимость наносами и сором и увеличить его эффективность работы, что доказывается на основании многочисленных научных исследований ученого А.С. Образовского.

Дополнительно могут использоваться на очень шугоносных реках специальные устройства, позволяющие бороться с избыточной заносимостью ковшей взвешенными наносами. Для этого устанавливается шпора, которая бывает или низовой, или верховой. Это зависит от того, на какой дамбе она будет устанавливаться (верховой или низовой). Шпора придает дамбе

большую обтекаемость, таким образом, это позволяет предотвратить возможный подсос загрязненных вод.

На всех перечисленных вариантах водоприемного ковша используется водозаборное сооружение берегового типа, представляющее собой водоприемный сеточный колодец с окнами, находящийся на берегу, куда вставлены решетки для задержания мусора и сора. Надежность такого типа забора воды больше, чем русловых водозаборных сооружениях, т.к. провести их осмотр и ремонт значительно легче.

Необходимо отметить, что водоприемный ковш не является стопроцентным решением в борьбе с шугой. Несмотря на это отказываться от других мер ни в коем случае нельзя. К ним относят электрический обогрев решеток водозаборного сооружения, которые устанавливаются на водоприемных окнах. Это позволяет не нарушать прием воды в водозаборе даже в случае возможного частичного попадания шуги в водоприемный ковш и его транзита к водоприемнику. Также иногда целесообразно применять и другие варианты. Например, на водозаборах промышленных предприятий практикуют сброс горячей воды перед водоприемником, которая направляется от насосных станций горячей воды после технологических процессов. Еще одним вариантом может являться нанесение специальных материалов на основе резины на решетки водоприемных окон, благодаря этому шуга не прилипает к ним [6-7].

В заключении необходимо отметить, что возведение и эксплуатация водоприемного ковша требует серьезного подхода и большой ответственности со стороны рабочих, проектировщиков, эксплуатирующего персонала. Его строительство позволит наладить бесперебойное водоснабжение населенного пункта или промышленного предприятия. Подача воды требуемого качества будет происходить круглогодичного, вне зависимости от сложных природных условий водного объекта.

Библиографический список

1. Кедров В.С., Исаев В.Н., Орлов В.А., Пальгунов П.П., Сомов М.А., Чухин В.А.. Водоснабжение и водоотведение: Учебник для вузов. – М.: Стройиздат, 2002. – 335 с.
2. Орлов В.А., Квитка Л.А. Водоснабжение. М. Издательский дом Инфра-М. 2015. 443 с.
3. Орлов В.А. Трубопроводные сети. М. Издательство Лань. 2015. 160 с.
4. Саломеев В.П., Гогина Е.С., Орлов В.А., Макиша Н.А. Реконструкция систем водоотведения. М. Изд-во МИСИ-МГСУ. 2016. 233 с.
5. Орлов В.А. Строительство и реконструкция инженерных сетей и сооружений. М.: Издательство Академия. 2010. 304 с.
6. Орлов В.А. Защитные покрытия трубопроводов. М. Издательство АСВ. 2009. 126 с.
7. Храменков С.В., Примин О.Г., Орлов В.А. Реконструкция трубопроводных систем. М. Издательство АСВ. 2008. 215 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ ДООЧИСТКИ В БИОПРУДАХ

Корнев Н.А., студент 3 курса 13 группы ИИЭСМ

Научные руководители – Королёва Е.А., ст. преп., к.т.н., Ерхов А.А., к.т.н.

1. Понятие системы комплексной очистки

В ходе хозяйственной деятельности основной урон природе наносят сбросы использованных вод, отсюда проблема её сохранения требует значительных капиталовложений в строительство и эксплуатацию очистных сооружений (ОС), поскольку именно от них зависит обеспечение нормативных показателей сточной жидкости (устанавливаемых службой санитарно-эпидемиологического надзора). Существующие сооружения аэробной биологической очистки традиционно включают последовательно расположенные по ходу технологического процесса первичные отстойники, аэротенки и вторичные отстойники, и многолетний анализ их работы говорит, что аэробная биологическая очистка активным илом (АИ) обеспечивает почти полное разложение органических примесей, которые в основном и содержатся в бытовых и промышленных сточных водах.

Комплексная очистка представляет сочетание различных по природе технологических процессов, в ходе выполнения которых сперва на участке механической очистки удаляются взвешенные дисперсно-коллоидные частицы, затем в аэротенках происходит биохимическое окисление растворённых органических загрязнений микроорганизмами АИ, и в конце на биофильтрах или в биологических прудах (биопрудах) следует доочистка оставшихся органических и минеральных примесей. Из всех возможных методов доочистки после станции аэрации для достижения максимальной эффективности процесса целесообразно применять именно биопруды с согласованным с ОС режимом работы. Анализ работы таких комплексов показывает, что каждое сооружение, как элемент, имеет самостоятельное функциональное назначение, но от эффективности его работы в системе зависит результат очистки в целом. Целое, проявляющееся в синергии элементов системы, определено оптимальным согласованием режимов работы в общей технологической схеме, так как между параметрами отдельных функциональных узлов существует непосредственная взаимосвязь и взаимовлияние. Действительно, качество осветления в первичных отстойниках количественно влияет на эффективность и надёжность в аэротенках, параметры биохимического окисления в которых определяют качество дифференцировки смеси сточной воды и АИ во вторичных отстойниках, и от эффективности осаждения АИ, в которых зависит концентрация рециркулируемой и работающей биомассы микроорганизмов, то есть окислительная мощность аэротенков. Процесс очистки не завершается сбросом, поскольку требует дополнительных процедур для приведения показателей в соответствие с требованиями СанПиН, и поэтому при анализе эффективности работы системы комплексной очистки следует учитывать корреляционную зависимость составляющих функциональных звеньев «вход – механическая

очистка – аэробная биологическая очистка – доочистка – обеззараживание – сброс».

Многолетний опыт также свидетельствует об общих неудовлетворительных физико-химических и санитарно-эпидемиологических показателях сбрасываемых вод из-за необходимо высокой скорости процесса очистки, что негативно отражается на состоянии водных ресурсов и пагубно для здоровья животных и людей, поэтому, наряду с очисткой в аэрационных сооружениях необходимо дополнительно доводить сток до разрешённых показателей в открытых водоёмах – биопрудах, являющихся надёжным дешёвым способом глубокой биологической переработки. Биопруд – естественная биологическая система самоочищения с естественным источником энергии в виде солнечной радиации, с обильно растущими планктонными водорослями – агентом самоочищения. Фотосинтезная аэрация доставляет O_2 для бактериального окисления нестабильных органических веществ – в дополнение к O_2 воздуха, перемешивание воды с которым в естественных условиях не предусматривается. Помимо биопрудов станции аэрации хорошо сочетаются с полями орошения и рыбоводными прудами, – всё это добавляет проблемные ситуации относительно условий обеспечения максимальной эффективности и технико-экономической обоснованности очистки, и решение этих проблем требует более глубоких исследований в биологии и медицине, гидрологии и химии, системной инженерии и промышленности в целом. Сочетание искусственных и естественных методов приводит к созданию оптимальных систем, то есть позволяет оптимизировать задачу вычисления целевой функции эффективной очистки.

2. Историко-географическая характеристика

Биопруды наиболее распространены на территории США, где используются для очистки стоков небольших населённых пунктов, – вначале для накопления осветлённых сточных вод с последующим спуском в накопительные лагуны малой проточности. Биопруды королевства Канады с её резко континентальным климатом во внутренней материковой части также имеют большой период задержки воды и, соответственно, небольшие нагрузки на единицу площади зеркала. Действительно, здесь важно, что биопруды успешно практикуют не только в странах с тёплым климатом и незамерзающими водоёмами, но и в суровых условиях как, например, Канады вплоть до Аляски, где накопленные за зиму воды в месячный срок после таяния проходят полную очистку благодаря интенсивному росту фитопланктона в условиях полярного лета, – именно это последнее обстоятельство круглосуточного фотосинтеза даёт постоянно высокое содержание O_2 , большее, чем в прудах южных широт с их суточными колебаниями фотосинтезного процесса. Большое внимание развитию биопрудов уделяют ЮАР, Зимбабве, Израиль, где после окончания процесса вода идёт на орошение, а водоросли – на корм в животноводство и птицеводство. Применяют биопруды и в европейских странах, хотя и в меньших масштабах.

На Люблинских полях орошения, действовавших с 1898 г., с самого начала велись масштабные исследования возможности эффективной очистки в проточных каскадных прудах (четвёртый и последующий оказались пригодными для выращивания рыбы), – с тех пор ведутся и исследования условий и эффективности самоочищения в одиночных непроточных прудах; и на Кожуховской станции аэрофльтрации производительностью 37 тыс. м³/сут, работавшей с 1929 г., впервые была применена комплексная очистка в аэротенках, на биофильтрах и биопрудах.

В настоящее время в разных странах по биопрудам написано много работ с констатацией факта высокого эффекта очистки. По показателям качества биопруды дают лучшие результаты, чем традиционные способы биологической доочистки на биофильтрах, в воде после биопрудов меньше нематод, чем после тех же биофильтров, и поэтому обработку в биопрудах можно рассматривать как метод дегельминтации. Также показано отсутствие опасности выплода в биопрудах комаров (если не происходит зарастание поверхности водной растительностью). Библиографические источники также говорят, что биопруды могут применяться во всех климатических зонах в практике очистки различных видов сточных вод, даже очистки стоков промпредприятий – в основном агропромышленного комплекса – на тех же принципах, что и бытовых сточных вод, но с учётом, что не только в разных климатических, а и производственных условиях характеристики (конструкции) биопрудов и правила эксплуатации различны.

Библиографический список

1. Водные ресурсы и качество вод: состояние и проблемы управления. М.: РААСХН, 2010. – С. 415.
2. Алексеев М.И., Ермолин Ю.А. Теоретические основы управления процессами очистки сточных вод. Учебное пособие/ Алексеев М.И., Ермолин Ю.А.; СПб гос. Архит.-строит. Ун-т. СПб. 2009. – С. 174.

МАЛЫЕ ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

*Кочетов В.В., студент 4 курса 1 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Залетова Н.А., проф., д.т.н.*

В настоящий момент в системе канализации обострено внимание на рациональное использование материальных и водных ресурсов. В связи с этим, стали появляться новые разработки, направленные на интенсификацию очистки сточных вод. Благодаря этой цепочке действий стали образовываться новые схемы и методы очистки жидкости. Разделить такие схемы можно по их производительности: городские и локальные (малые) очистные сооружения.

Чтобы КОС называть малым необходимо, чтобы они удовлетворяли ряду требований действующего нормативного документа СП 32.13330.2012: п. 9.2.13.1. На таких очистных сооружениях используются различные методы очистки: биологические и физико-химические

Для использования биологических методов очистки: биологических прудов, полей орошения и подземной фильтрации необходимо обоснование качества грунта и состав сточных вод. Примерный состав представлен в таблице 1.

Таблица 1

Показатели качества воды, мг/л	Значение
ХПК	65
БПК ₅	14
NH ₄	2,0
NO ₂	0,005
NO ₃	5,4
Фосфаты	3,4
Взвешенные вещества	12

При физико-химическом методе очистки могут использоваться различные решения, одни из которых: септик, различные модульные решения, основанные, в основном, на использовании микроорганизмов (аэротенк, биофильтр или мембранный биореактор).

Использование аэротенка в том формате, который используется на городских очистных сооружениях, невозможно. Причины кроются в его габаритах, поэтому зоны разбиваются на отдельные емкости. На рис. 1 показана модульная система, в котором используется биологическая очистка и биологическая доочистка.

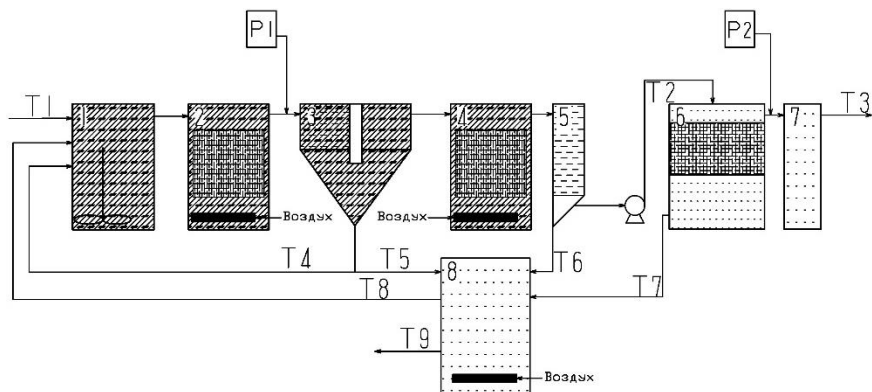


Рис. 1. Технологическая схема очистки сточных вод модульной установкой: 1 - анаэробная зона; 2 - аэробная зона с носителем; 3 - вторичный отстойник; 4 - аэроблок с носителями; 5 - третичный отстойник (контактный резервуар); 6 - «сухой» фильтр; 7 - контактный резервуар; 8 - минерализатор осадка

Исходная сточная вода T1 подается в анаэробную зону 1, в котором находятся мешалки для перемешивания с рециркуляционным активным илом T4 и сливной водой T8. Из анаэробной зоны иловая смесь самотеком попадает в аэробную зону 2 с прикрепленными микроорганизмами. Далее иловая смесь отстаивается во вторичном отстойнике 3. Если в данной сточной воде зафиксированы большие концентрации фосфора, то перед отстойником добавляется реагент P1. Избыточный активный ил удаляется по трубопроводу T5 в минерализатор осадка 8. Вода, прошедшая биологическую очистку, самотеком попадает в аэроблок с вспененной загрузкой 4, на которой прикреплены микроорганизмы. Далее вода поступает в контактный осветлитель 5 (третичный отстойник), от которого отводится осадок по трубопроводу T6 в минерализатор. Если после прохождения данных сооружений качество очищенной воды не достигает требований ПДК, то используется биологическая доочистка 6. Биологически очищенная сточная вода разбрызгивается по всей площади сооружения и проходит плавающую загрузку с прикрепленными микроорганизмами, избыточный активный ил и осадок отводится с помощью трубопровода T7. После чего сточная вода попадает в контактный резервуар и по трубопроводу T3 осуществляется сброс в водоем. Из минерализатора 8 отводится сливная вода T8 и рециркуляционный активный ил T4 в начало сооружений, а осадок T9 на утилизацию.

Качество исходной воды и очищенной до показателей БПК, с помощью биологической доочистки и реагента для удаления фосфора, приведены в таблице 2.

Таблица 2

Показатель, мг/л	Поступающая вода	Биологически очищенная вода	Доочищенная вода
БПК	70-142	9,5-11,4	1,4
ХПК	185-210	61-74	-
pH	7,2-7,5	7,4-7,8	7,2
Фосфаты	1,3-2,5	0,14-1,8	-
Взвешенные вещества	82-131	4-16	-
СПАВ	0,8	0,1	0,05
Нефтепродукты	0,9-5,5	0,05	0,01
Жиры	0,18	0	-
Сульфаты	40	45	47
Хлориды	127	140	183
Сухой остаток	479	563	623
Азот аммонийный по N	11-15,8	0,5-2,6	0,1
Нитриты по N	0,1	2,5-3,6	0,8
Нитраты по N	0,05-0,5	0,012	0,07

Преимущества данной схемы:

1) Сборка схемы может производиться в любых условиях и в любом месте (как в здании, так и в контейнере).

2) Для эксплуатации сооружений не требуется квалифицированный персонал.

3) Данная схема успешно справляется с требованиями ПДК для водоемов различного назначения.

4) Необходимо небольшое количество электроэнергии для перекачки и подачи реагентов (без учета отопления и освещения здания).

Особое распространение получили **септики**. Так как они просты в использовании и имеют разнообразные принципы работы. Но в такие сооружения не следует сбрасывать большое количество хлоросодержащих веществ и детергентов, так как они влияют на биологические процессы очистки. Для штатной работы септика имеются основные показатели сточной воды, представленные в таблице 3.

Таблица 3

Показатель, мг/л	Исходная вода	Очищенная вода
БПК _n	250	5,2
Взвешенные вещества	250	8,5
Азот аммонийный по N	25	0,85
Нитраты по N	-	7,9
Нитриты по N	-	0,13
Фосфаты по P	10	0,24
СПАВ	8	0,06

В последнее время многие поселки стали обустраиваться очистными сооружениями с **мембранными биореакторами**. Данное решение обуславливается жесткими требованиями сброса в водоем.

Принцип работы данной установки (рис. 2) начинается с фильтрования через сито 4 и жидкость попадает в усреднитель 1. С помощью подающего насоса 5 сточная вода попадает в зону денитрификации 2, в которую подается циркуляционный активный ил с раствором для удаления фосфора 13 (хлорное железо, например). Для равномерного перемешивания устанавливаются мешалки 6. Далее самотеком иловая смесь попадает в зону нитрификации 3. Для поддержания требуемых параметров очистки используется воздушодувка 8. Затем иловая вода попадает в мембранные кассеты 7 с непрерывной подачей воздуха из воздушодувки 9. Отвод ила осуществляется насосом 10 в обезвоживатель осадка 16, из которого часть ила идет на рециркуляцию. По всасывающему патрубку насоса пермеата 11 с добавлением раствора гипохлорита натрия из бака 14 подается в бак обратной промывки 15, через который осуществляется сброс очищенной воды в водоем. Отбросы и обезвоженный осадок отвозятся за пределы станции.

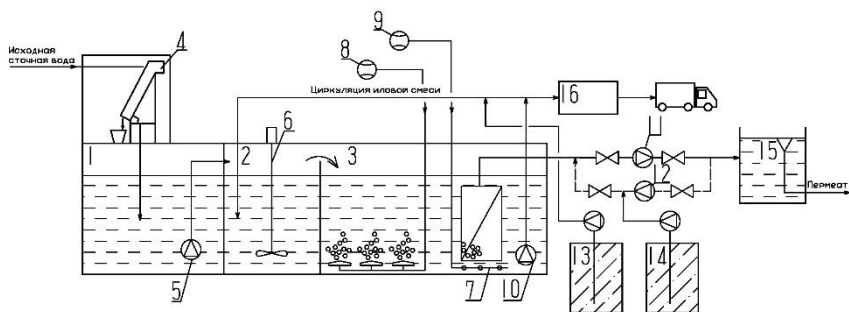


Рис. 2. Принципиальная схема модульной установки мембранного биореактора: 1 - усреднитель; 2 - денитрификатор; 3 - нитрификатор; 4 - сито; 5 - подающий насос; 6 - мешалка; 7 - мембранная кассета; 8 - воздушодувка биореактора; 9 - воздушодувка мембранного блока; 10 - насос рециркуляции иловой смеси; 11 - насос пермеата; 12 - насос обратной промывки; 13 - система дозирования реагента для удаления фосфора; 14 - система дозирования гипохлорита натрия; 15 - бак обратной промывки; 16 - установка обезвоживания осадка

Для использования разных (плоскостных или половолоконных) мембран необходимо знать качество сточной воды, которое надо подготовить для данного этапа очистки. Очищенная и дезинфицированная сточная вода соответствует нормативным документам.

Преимуществами данной схемы можно считать, что установка может происходить в любых климатических условиях. Есть возможность установки системы в контейнеры.

Недостатки: высокая стоимость установки и эксплуатации данной системы. Необходимо наличие квалифицированного персонала.

Для очистки сточных вод малой производительности используют систему с SBR (реакторами периодического действия) реакторами. Процесс очистки сточных вод заключается в периодической смене реакций нитрификации и денитрификации, которые поддерживаются аэрацией и мешалками. Данная очистка происходит с равномерно поступающим стоком, который можно регулировать при помощи усреднителей, показанный на рис. 3. Очистка протекает в несколько стадий:

- 1) Подача насосами исходной воды в резервуар.
- 2) Перемешивание стоков с илом, находившемся в сооружении.
- 3) Подача системой аэрации воздуха, для насыщения кислородом активного ила (процессы 2 и 3 могут повторяться несколько раз).
- 4) Отстаивание иловой смеси.
- 5) Отвод очищенной сточной воды с помощью насоса, а избыточный активный ил откачивается илососами на блок сооружений по обработке осадка.

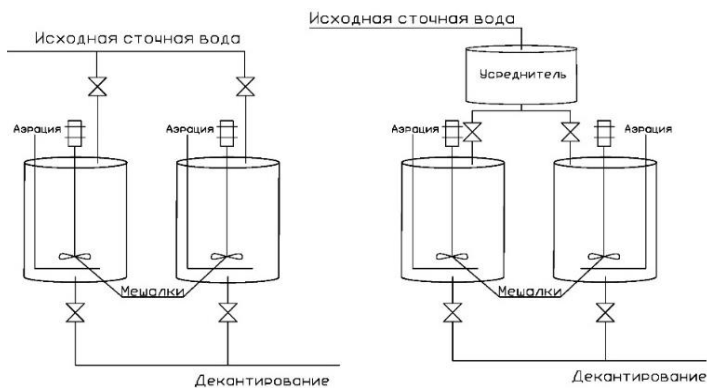


Рис. 3. Технологические схемы работы SBR реактора

Преимуществами данной системы очистки можно назвать:

- 1) Компактность сооружения.
- 2) Эффективность очистки от азота и фосфора.

Недостатками этой схемы являются:

- 1) Большой расход электроэнергии.
- 2) Необходимость наличия квалифицированного персонала.

3. Выводы

Из всех рассмотренных схем очистки сточных вод малой производительности выбрать одну, подходящую для всех случаев, не представляется возможным. Так как у каждой технологической схемы есть свои отрицательные стороны (как инженерные, так и экономические). Поэтому необходимо подходить к каждой проблеме индивидуально и уже исходя из имеющихся характеристик подбирать ту или иную технологическую схему.

Библиографический список

1. Залетова Н.А., Залетов С.В. Модульная система «Контус» для очистки сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника. 2013. №3. ч.1. С. 39-45.
2. Залетова Н.А., Залетов С.В. «Контус»® – установка полной заводской готовности для глубокой очистки сточных вод // Водоснабжение и канализация. 2014. № 5-6. С. 72-76.
3. Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод. – М.: АСВ. 2009. – С. 693-707.
4. Степанов С.В., Степанов А.С., Сташок Ю.Э., Блинкова Л.А. Модульные мембранные биореакторы // Водоснабжение и санитарная техника. 2013. №8. С. 51-55.
5. Дзенис Л., Гогина Е.С., Гуринович А.Д. Модернизация малых очистных сооружений по технологии SBR // Водоснабжение и канализация. 2014. № 2. С. 72-78.
6. СП 32.13330.2012 «Канализация. Наружные сети и сооружения». 2013.
7. СНиП 2.04.03-85. «Канализация. Наружные сети и сооружения». Москва. 1986.

МЕМБРАННЫЙ БИОРЕАКТОР. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

*Нестеренко А.А., Васютина О.В., студентки 4 курса 1 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Макиша Н.А., доц., к.т.н.*

Сегодня во многих промышленно развитых странах в сфере очистки сточных вод происходит активное внедрение мембранных технологий и оборудования на их основе. Мембранные биореакторы (МБР) – одна из наиболее перспективных и динамически развивающихся областей промышленной технологии (рис. 1).

Данные системы очистки сточных вод используется не только в масштабных зданиях, но и в малогабаритных строениях, подключенных к городским системам водоснабжения и водоотведения – компактность систем с мембранным биореактором позволяет размещать их в подвалах. Количество сточных вод на таких объектах достаточно для работы системы очистки. Системы с мембранным биореактором кономят количество потребленной воды питьевого качества и снижают общую нагрузку на муниципальные системы канализации и городские очистные сооружения.

Мембранный биореактор включает в себя как биологическую обработку активным илом, так и механическую мембранную фильтрацию. Мембранный модуль применяется для разделения иловой смеси. Он является альтернативой широко используемому методу осаждения активного ила во вторичных отстойниках, применяемого в традиционных системах биологической очистки – в аэротенках.

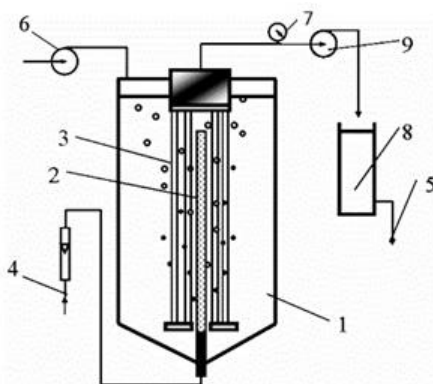


Рис. 1. Схема мембранного биореактора:

1 – реактор, 2 – аэратор, 3 – половолоконные мембраны, 4 – воздух, 5 – очищенная вода, 6, 9 – насосы, 7 – манометр, 8 – фильтрат

Для того чтобы разобраться в экономических параметрах мембранных биореакторов, стоит вспомнить их историю.

В первый раз концепция мембранных биореакторов была осуществлена в конце 1960-х годов, как только мембраны ультрафильтрации и микрофильтрации стали доступны не только для научного, но и для частного применения. Подлинный процесс был введен корпорацией Dorr-Olivier – они использовали сочетание активного ила и мембранной фильтрации. Плоские полимерные листы мембраны, используемые в данном процессе, имели величину пор от 0,003 до 0,01 мкм. Хотя мысль о замене традиционного отстойника активного ила была заманчивой, было тяжело обосновать использование такой сложной операции для очистки сточных вод по причине трех моментов: дороговизны мембран, низкой экономической ценности товара (серых стоков), и вдобавок быстрой потери эффективности мембраны из-за загрязнения ее пор. Мембранные биореакторы первого поколения нашли применение на небольшом количестве очистных сооружений, из-за низкой окупаемости, например, на таких, как отдельно стоящие горнолыжные курорты.

Таким образом, одним из экономических параметров является высокая стоимость и малый цикл использования мембран.

Момент, когда в 1989 году корпорация «Ямамото» решила погрузить мембраны непосредственно в биореактор, произошел долгожданный прорыв в развитии мембранных биореакторов. До того момента все мембранные биореакторы были исполнены с разделением устройств и принцип их работы основывался на формировании высокого трансмембранного давления для обеспечения фильтрации, а для этого было необходимо поддержание большого расхода сточных вод.

Системы очистки, в которых мембраны помещены в биореактор могут работать при невысоком расходе сточных вод и при этом потребляют на порядок меньшее количество энергии, в отличие от отдельных систем, разница затрат на электроэнергию может достигать значений до двух раз меньших, при использовании мембран, расположенных в биореакторе. Важным фактором, влияющим на процесс очистки, при использовании системы с погружными мембранами является аэрация. Аэрация сохраняет твердые вещества в состоянии суспензии, очищает поверхность мембраны и снабжает кислородом биомассы, от чего происходит лучшее биологическое разложение и клеточный синтез.

Следующий экономический фактор – энергопотребление, рассуждения о котором привели к совершенствованию биореакторов.

Иным важным шагом в развитии последних мембранных биореакторов была идея применять двухфазную пузырьковую жидкость для контроля загрязнения. Это автоматизировало процессы очистки. Низкие затраты на эксплуатацию, показанные при использовании погружной конфигурации мембранного биореактора, вместе с уверенным снижением стоимости мембраны, вызвали значительный рост использования установок с середины 1990-х годов. С того времени конструкцию постоянно улучшали, использовались модифицированные типы мембраны, производились эксперименты по подбору наилучшей скорости потоков сточных вод и аэрируемого воз-

духа для того, чтобы увеличить износостойкость мембраны. В последние годы был разработан процесс более точного контроля параметров работы, в свою очередь была введена обратная промывка, которая позволяет системам с мембранным биореактором надежно функционировать и затрачивать небольшое количество энергии, около 0,3 кВт·ч на м³ продукта.

Применение технологии МБР является экономически выгодным, так как сокращает капитальные затраты на строительство на 20- 30%, однако энергозатраты повышаются в процессе эксплуатации. Площади очистных сооружений сокращаются на 50%.

Таким образом, целесообразность применения МБР определяется его небольшим объемом и допустимостью регулировать режим очистки сточных вод для разных производств. Итак, высокий экономический эффект применения систем МБР для очистки сточных вод вызывается тем, что при относительно высоком качестве очищаемой воды, по сравнению с традиционной схемой очистки воды, происходит снижение расходов на эксплуатацию и строительство, примерно на 30%. В нашей стране технологии МБР для очистки сточных вод в муниципальном секторе и в индустриальном не используются.

Используются мембранные биореакторы при очистке сточных вод промышленных предприятий, очистке поверхностные сточных вод, в промышленной очистке воды текстильного производства, при очистке сточных вод молокозаводов и маслосырзаводов, а также сточных вод птицефабрик.

Главные достоинства введения систем мембранных биореакторов:

- Увеличение эффективности и надежности очистных сооружений;
- Создание небольших очистных сооружений, при помощи замены вторичного отстаивания и фильтрации на фильтрах различного типа на мембранную доочистку;
- Повышение производительности очистных сооружений благодаря увеличению концентрации активного ила в аэротенках;
- Уменьшение объема избыточного активного ила.

Какие основные трудности возникают при эксплуатации мембранных биореакторов? Исключив тонкости функционирования самой биологической очистки, можно выделить следующие характерные проблемы (по приоритету):

- загрязнение мембран и сетчатых фильтров;
- повреждение мембран или сильное загрязнение;
- отказы линий связи систем автоматизации;
- отказы системы обдувки мембран;
- отказ воздуходувок и аэраторов;
- загрязнение сеток или решеток;
- отказ рециркуляции;
- отказ вспомогательного мембранного оборудования.

Библиографический список

1. Воронов Ю.В., Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод: Учебник для вузов. – М.: Изд-во АСВ, 2006. – 704 с.
2. Воронов Ю.В., Алексеев Е.В., Саломеев В.П., Пугачёв Е.А. Водоотведение – М: ИНФРА-М, 2007. – 416 с.
3. Жуков А.И., Демидов Л.Г., Монгайт И.Л, Родзиллер И.Д. Канализация промышленных предприятий: Учебник. – М: Стройиздат, 1969. – 375 с.
4. СП 32.13330.2012 Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85 (с Изменением N 1). М.: Минрегион России, 2012.
5. АО «Мосводоканал» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mosvodokanal.ru/>, свободный.

МЕТОДЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА И ФОСФОРА

*Овсиенко А.С., студент 3 курса 18 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Янцен О.В., преподаватель*

Биогенные элементы играют важную роль в биологических природных процессах, в том числе и в процессах, протекающих в водах водоемов. Основными элементами в сфере очистки сточных вод являются азот и фосфор. Они постоянно присутствуют в коммунальных и хозяйственно-бытовых водах. Азот может быть представлен рядом соединений: азот аммонийный (NH_4), азот нитритов (NO_2), азот нитратов (NO_3), азот органический. Фосфор в сточных водах может находиться в составе органических соединений, полифосфатов (P_2O_5) и ортофосфатов (PO_4) [1].

В наше время водоемы подвергаются тяжелой антропогенной нагрузке, что приводит к различного рода загрязнениям, а также к эвтрофикации [2].

Биогенные элементы, попадающие в водоем, служат причиной развития в них водорослей, вызывающих эвтрофикацию. Этот процесс, в свою очередь, приводит к цветению, ухудшению качества воды и обеднению животного разнообразия водоема. И хотя эвтрофикация является естественным природным процессом (старение водоемов), антропогенное воздействие ускоряет его в сотни раз.

В связи с этим, было разработано множество способов удаления соединений азота и фосфора, и способов их интенсифицирования. Развитие получили физико-химические и биологические методы, последним мы уделим основное внимание как наиболее перспективным. Однако стоит заметить, что в современной практике, достижение требуемых параметров очищенных сточных вод достигается за счет совместного применения вышеуказанных способов.

Существуют несколько путей интенсифицирования процесса очистки. Таковыми будут являться количественное, качественное изменение биоматериала, а также варьирование способов его крепления; выстраивание оптимальной последовательности биологических процессов и техническая модификация модулей очистных сооружений. Далее подробнее рассмотрим приведенные направления.

1. Методы интенсификации

1.1. Интенсификация работы аэротенков

Одним из основных направлений интенсификации биохимической очистки сточных вод является увеличение дозы активного ила. Увеличение дозы активного ила пропорционально увеличивает окислительную мощность аэротенка. Основным ограничением в системе является вторичный отстойник, доза ила в котором должна составлять 1,5-2 г/л. Повышение дозы активного ила достигается рядом способов:

1. Введение отдельной регенерации активного ила. Это достигается за счет возврата на стадии регенерации уплотнённого во вторичных отстойниках активного ила. Его доза в регенераторе может быть 7-8 г/л, а в рабочей зоне 1,5-2,5 г/л.

2. Аэротенки с фильтрационным разделением иловой смеси. Очищенная сточная жидкость, перед поступлением во вторичный отстойник пропускается через специальные фильтровальные перегородки сетчатого или пористого типа. Так, при дозе активного ила в рабочем сооружении до 25 г/л, концентрация взвешенных веществ во вторичном отстойнике составит не более 3-4 г/л.

3. Использование новых материалов, в качестве фильтрующих элементов (пористая нержавеющая сталь), позволяет отказаться от вторичных отстойников, поскольку вынос активного ила не превышает 20 мг/л. Данная технология снижает технико-экономические затраты и позволяет достичь высокой окислительной мощности при низкой нагрузке на активный ил.

4. С целью повышения эффективности работы действующих коридорных аэротенков целесообразно переоборудовать их в многокамерные аэротенки. В таком устройстве, разделённом перегородками с отверстиями на ряд камер, осуществляется полное перемешивание жидкости в пределах каждой из них, но отсутствует, перемешивание между ними. Последовательное перетекание иловой смеси из одной камеры в другую создаёт гидродинамический режим, в большей степени отвечающий режиму идеального вытеснения, причём мера этого соответствия возрастает с увеличением числа камер. Разделение аэротенка на камеры можно осуществить с помощью перегородок из разнообразных материалов (железобетона, дерева, пластмасс и др.). Отверстия для перетекания жидкости из одной камеры в другую надо размещать у дна аэротенка, скорость потока в отверстии должна быть при максимальном притоке около 0,2 м/с.

5. Использование инертных материалов с развитой поверхностью, на которые впоследствии крепится биологическая пленка. Такое закрепление микроорганизмов увеличивает количество ила, не повышая при этом в существенных размерах поступления иловой смеси ко вторичным отстойникам.

6. Модификация конструкции аэротенка. Сущность изобретения заключается в том, что аэротенк содержит подводящий и отводящий трубопроводы, резервуар с пневматической системой аэрации, разделенный на зоны перегородками из контактных носителей, дополнительно выполненных из синтетической сетки, закрепленной на металлических рамах, которые установлены в жестком каркасе, что обеспечивает поворот на угол 0-270°, а перегородки установлены под углом к направлению движения потока сточных вод, и у остроугольного примыкания перегородки со стенкой установлен водоподъемник, имеющий трубопровод возврата биомассы в начало секции (рис. 1-4) [6].

В процессе работы на контактном носителе 8 происходит иммобилизация клеток. В последовательно расположенных зонах обеспечивается видо-

вой состав микроорганизмов, отвечающий назначению данной зоны. Сточная вода поступает в резервуар 1 по трубопроводу 2, проходит последовательно зоны окисления – нитрификации, денитрификации и отдувки газообразного азота и отводится по трубопроводу 3 во вторичный отстойник.

При увеличении объемной нагрузки рамы 6 устанавливаются в положение «закрыто», что способствует росту иммобилизованной биомассы при входе в данную функциональную зону. При этом увеличение гидравлического сопротивления сетчатой перегородки-ферментатора 5, вызывает отрыв части иммобилизованных клеток и переход их в свободно суспендированное состояние, повышая таким образом концентрацию биомассы в свободном объеме данной зоны.

При снижении объемной нагрузки рамы 6 устанавливаются в положение «открыто» и система работает по типу неподвижного пластинчатого носителя с увеличением слоя иммобилизованной микрофлоры и физиологическому отрыву биомассы.

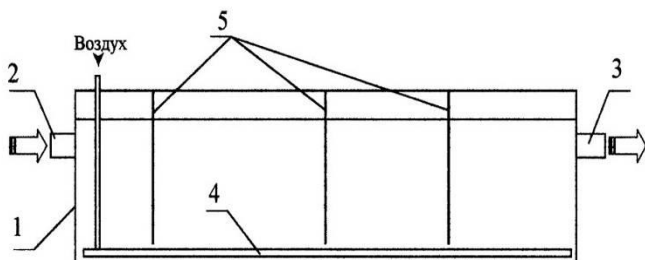


Рис. 1.

1 – резервуар; 2 – патрубок подачи сточной воды; 3 – патрубок отвода очищенной воды; 4 – система аэрации; 5 – перегородки-ферментаторы

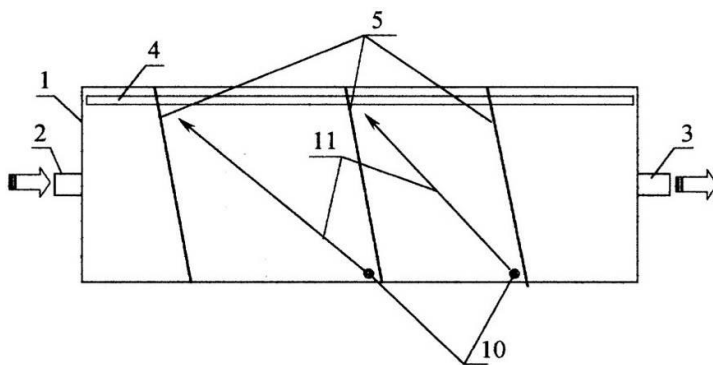


Рис. 2.

1 – резервуар; 2 – патрубок подачи сточной воды; 3 – патрубок отвода очищенной воды; 4 – система аэрации; 5 – перегородки-ферментаторы; 10 – водоподъемные устройства; 11 – трубопроводы возврата биомассы

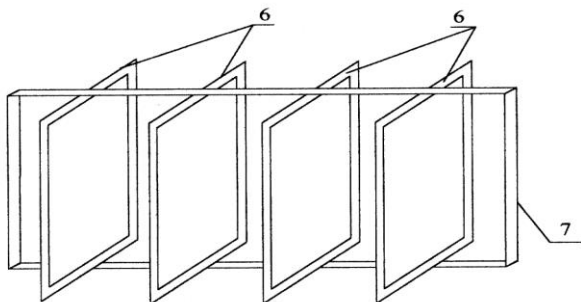


Рис. 3.

6 – рамы; 7 – жесткий каркас

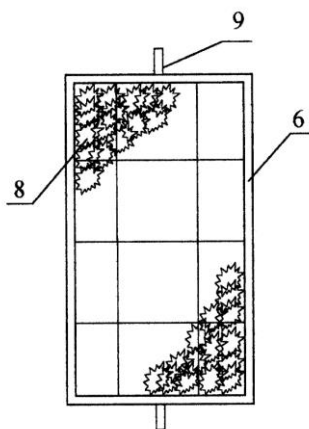


Рис. 4.

6 – рамы; 8 – синтетическая сетка 8x8 мм; 9 – продольная ось вращения

1.2. Интенсификация работы биофильтров

Увеличение производительности биофильтров может быть достигнуто за счет подачи на них части очищенных сточных вод. Возвращаемая на биофильтры очищенная вода несёт с собой кислород, нитриты и нитраты, аэробные микроорганизмы и ферменты. Вследствие этого смесь рециркуляционной воды с неочищенными сточными водами приобретает свойства, обеспечивающие повышение скорости окисления загрязнённой биоплёнкой.

Существует два типа рециркуляции:

1) От каналов после вторичных отстойников к осветленной воде после первичных отстойников. В данном случае, увеличена нагрузка на вторичные отстойники, в большинстве случаев требуется строительство дополнительных отстойников

2) От осадочной части вторичных отстойников вместе с осевшей биопленкой к неочищенной воде перед первичным отстойником. За счет биокоагуляции с пленкой, часть коллоидных загрязнений удаляется из воды уже на этапе первичного осветления сточных вод. При нагрузке по БПК₂₀ равной 3,2 кг/м³ сутки данная схема позволяет повысить эффект очистки на 10% по сравнению с обычной. Требуется увеличения объема вторичных отстойников.

Также был разработан способ очистки сточных вод, в котором рационально сочетаются рециркуляция очищенной воды и флотационное осветление её перед подачей на биологические фильтры. Сущность способа заключается в том, что рециркуляционная вода, отбираемая вместе с биопленкой из осадочной части вторичных отстойников, используется в качестве рабочей жидкости биокоагулятора, используемого для предварительного осветления сточных вод [Д].

Использование ультразвука для интенсификации очистки сточных вод за счет повышения ферментативной активности микроорганизмов было изучено в Харьковском НИИ по охране вод. Объектом исследований была многокомпонентная смесь, содержащая более 700 органических и минеральных загрязнителей. Установлено, что для сточных вод данного производства оптимальной является выходная мощность 10 Вт при 10-ти минутной обработке активного ила ультразвуком. При воздействии ультразвука концентрация дегидрогеназа (группа ферментов, катализирующая перенос водорода) в активном иле повышается в 1,4–1,8 раза. В результате увеличивается окислительная мощность сооружения [4].

1.3. Биоаугментация активного ила

Условно, в зависимости от источника обогащающей культуры, подходы можно разделить на две группы:

- приобретение необходимой микрокультуры извне,
- создание условий для развития необходимых организмов в иле в ходе применяемого технологического процесса.

Первый тип легок в организации, не требует изменения размеров сооружений и эффективен в краткосрочной перспективе. В основном применяются на промышленных предприятиях, на которых образуются специфические по составу сточные воды. Однако в области очистки городских сточных вод изобретения первой группы не годны по причине их экономической невыгодности.

Наиболее рациональную схему обогащения активного ила предлагают изобретения, входящие во вторую группу по источнику обогащающей культуры. В зарубежной литературе они получили название On-site (проведение процесса на месте) [С]. В группе данных технологий выделяют три основные подгруппы:

- 1) с использованием двух или более параллельных реакторов;
- 2) с применением реактора-обогапителя;
- 3) с применением реактора-обогапителя с рециклом активного ила.

С использованием двух или более параллельных реакторов

Избыточный ил из нитрифицирующего реактора с высоким временем пребывания ила в системе используется как обогатитель и активатор для технологии полной нитрификации (рис. 5). Преимущество – простота процесса и конструкции, позволяющая обрабатывать сточные воды с высокими содержаниями труднорастворимых органических соединений. Минусы – самый высокий прирост биомассы, т.е. большая нагрузка на вторичные отстойники.

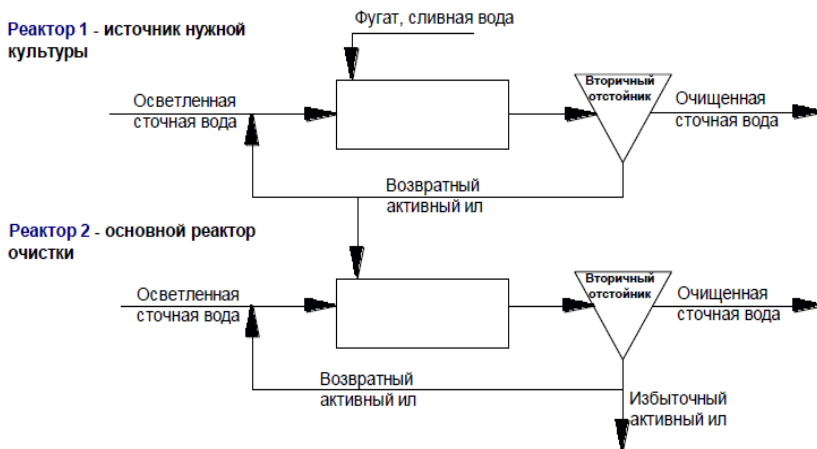


Рис. 5. Схема с применением параллельных реакторов.

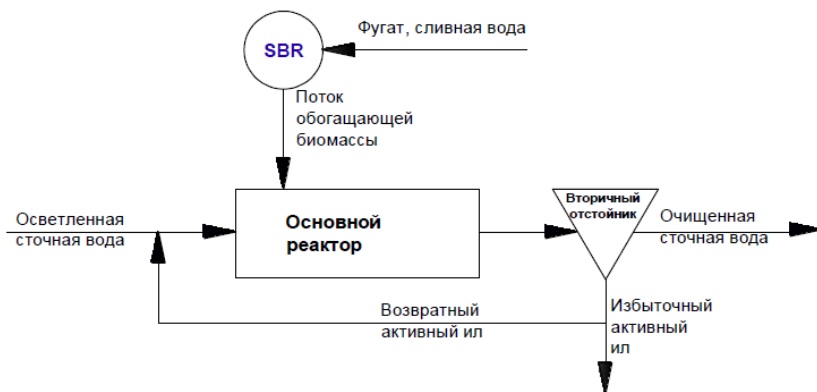


Рис. 6. Схема с применением реактора-обогапителя.

С применением реактора-обогапителя

Эффективны на стадии предобработки высокозагрязненных возвратных потоков, перед подачей в основной биореактор. Обогапителем обычно

являются реакторы SBR с последовательными ступенями очистки в одном объеме. Источником аугментирующих культур служит высокая производительность нитрификаторов в SBR (рис. 6).

Минусы: 1) Селектированная в SBR масса со временем теряет свою способность к эффективной нитрификации потоков и теряет устойчивость к токсинам 2) Из-за резкой смены сред, при переходе из биоаугментатора в реактор, снижается эффективность нитрификации добавляемого активного ила.

С применением реактора-обогапителя с рециклом активного ила

Используются в основном для повышения активности или восстановления работоспособности активного ила. Метод основан на обогащении биомассы возвратного ила в специализированном реакторе. Ил, перед попаданием в основной биореактор, проходит через «реазератор», в котором концентрируются загрязнения возвратных потоков (сливная вода с цеха). Загрязнения используются как субстрат, питающий нитрифицирующую массу (рис. 7).

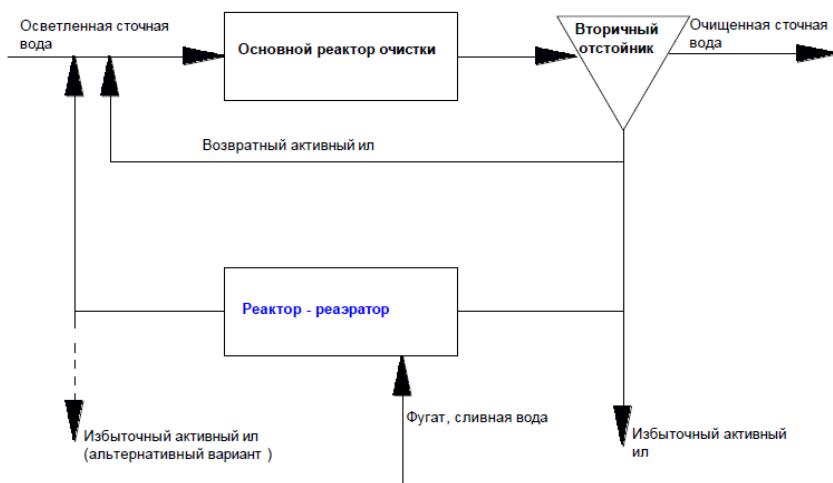


Рис. 7. Схема с применением реактора обогапителя для рециркуляции активного ила.

Выводы

В настоящее время технологии интенсифицирования биологической очистки сточных вод от соединений азота и фосфора предоставляют множество гибких подходов к улучшению эффективности и производительности очистных сооружений. Такое разнообразие, в свою очередь, положительно сказывается на экономической составляющей проектирования, реконструкции и модификации очистных станций.

Библиографический список

1. Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод / Учебное издание – М.: Изд-во АСВ, 2009. – 760 с.
2. Е.С. Гогина Удаление Биогенных элементов сточных вод: Монография – М.: МГСУ, 2100. – 120 с.
3. Макиша Н.А. Интенсификация процессов удаления аммонийного азота из сточных вод с применением плавающего грузочного материала: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.04. – М., 2010.
4. Михайлова Ю.В. Разработка технологии улучшения качества очистки сточных вод с использованием биоаугментации: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.04. – М., 2017.
5. Ткачук Н.Г. Интенсификация роста и ферментативной активности микроорганизмов ила для очистных сооружений электрическим током и ультразвуком: дис. ... канд. техн. наук: Киев, 1983. – 154 с.
6. Gogina E., Ruzhitskaya O. Modern technologies of the removal of nutrients from sewage and the study of microbiological processes in their application // MATEC Web of Conferences. 2017. V. 106, 07001.
7. Пат. 2152362 Российская Федерация, МПК C02F3/02. Аэротенк глубокой очистки сточных вод / Серпокровлов Н.С., Долженко Л.А., Носов С.В., Олифиренко В.Н., заявл. 04.06.1999, опубл. 10.07.2000.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ВОДОПРОВОДНЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Пещеркина С.Ю., студентка 4 курса 1 группы ИИЭСМ

Говоров В.О., студент 3 курса 16 группы ИИЭСМ

Назаров Д.Я., студент 4 курса 2 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Говорова Ж.М., проф., д.т.н.

Качество воды поверхностных и подземных водоисточников под действием антропогенных нагрузок постоянно ужесточается. Претерпевают изменения и нормативные требования к очищенной воде в сторону уменьшения предельно-допустимых концентраций.

Построенные в 70-90-х годах прошлого столетия водопроводные станции эксплуатируются в условиях морального и технического износа водоочистного и насосного оборудования, трубопроводов и запорно-регулирующей арматуры и не всегда способны выполнять возложенную на них барьерную функцию в отношении ряда показателей, таких как запах, остаточный алюминий, хлорорганические соединения (хлороформ, четыреххлористый углерод) и пр.

Таким образом, оценка эффективности очистки воды и работы водопроводных очистных сооружений (ВОС) в целом, анализ существующих современных технологических решений для разработки мероприятий и обоснования инвестиций является актуальной задачей, требующей решения предприятиями водопроводно-канализационного хозяйства [1].

В качестве инструмента оценки эффективности работы ВОС и их технического состояния используется технический и технологический аудит, результаты которого являются основой разработки мероприятий по модернизации, техническому перевооружению или реконструкции ВОС и могут служить не только для обоснования закупок нового оборудования, но и более эффективного использования имеющихся производственных мощностей в условиях постоянного сокращения государственного и частного финансирования промышленного сектора [2].

Технический аудит предусматривает комплексную проверку договорной, проектно-сметной и технической документации и включает такие этапы, как:

- экспертизу эксплуатационной и технической документации водопроводных очистных сооружений (ВОС);
- проверку документации на предмет ее соответствия требованиям российского законодательства, нормам, стандартам, инструкциям и правилам в области промышленной, экологической и пожарной безопасности;
- анализ состояния объектов водоочистных станций, в том числе основанный на результатах технических испытаний, проведенных на месте;
- проверку состояния приборов учета;
- оценку энергозатрат в целом по комплексу ВОС.

По результатам аудита составляется технический отчет, содержащий информацию по фактическому состоянию водопроводных очистных сооружений и зданий [3], степени износа оборудования, трубопроводов, арматуры и др., балансовой схеме водопотребления и водоотведения. Кроме того, разрабатываются рекомендации на устранение выявленных проблем, и составляется перечень мероприятий, направленных на модернизацию ВОС с учетом развития предприятия и в перспективе увеличения производственных мощностей при одновременной минимизации финансовых затрат.

Технологический аудит в общем смысле является способом проверки технологического состояния предприятия с помощью критериев, дающих возможность выявления их сильных и слабых сторон, что ведет к формированию стратегии, направленной на повышение эффективности работы водопроводных очистных сооружений в современных условиях, достижение соответствия качества очистки природной воды действующим нормативам при снижении затрат.

Структура технологического аудита в общем виде представляет собой: сбор информации – анализ – синтез (разработка рекомендаций) – составление отчета.

В зависимости от производительности водопроводных очистных сооружений, объема эксплуатационных данных и данных по качеству исходной и очищенной воды в сопоставлении с фактическими параметрами ведения процесса технологический аудит может проводиться с разным уровнем детализации [4]. В качестве примера на рис. 1 приведена блок-схема проведения технологического аудита.

В ходе проведения технологического аудита, который применительно к ВОС направлен на оценку используемых технологий и их эффективности, оценку качества предоставляемых услуг и возможностей его повышения и рисков возникновения технологических нарушений:

- выполняется детальный анализ качества природной воды за период наблюдений не менее 10 лет по основным загрязняющим природным (мутность, цветность, перманганатная окисляемость, рН, щелочность, солесодержание, жесткость, железо, марганец) и антропогенным (нефтепродукты, соли тяжелых металлов, пестициды, ПАВ, фенольные соединения) компонентам, уровню бактериальной загрязненности (ОМЧ, ОКТ, ТКБ, колифаги и пр.) и гидробионтам в характерные периоды года, учитывая сезонные колебания, особенно для поверхностных водоисточников;
- выявляются корреляционные связи между физико-химическими и микробиологическими показателями и параметрами работы;
- оценивается эффективность работы существующих ВОС в целом и отдельных блоков, технологических линий по следующим критериям: производительности (фактической и проектной), показателям качества природной и очищенной воды, в том числе по ступеням очистки, параметрам работы основных сооружений и вспомогательных блоков (реагентное хозяйство, сооружения по обработке промывных вод и водопроводных осадков), соответствию реализованной технологии необходимым требованиям.

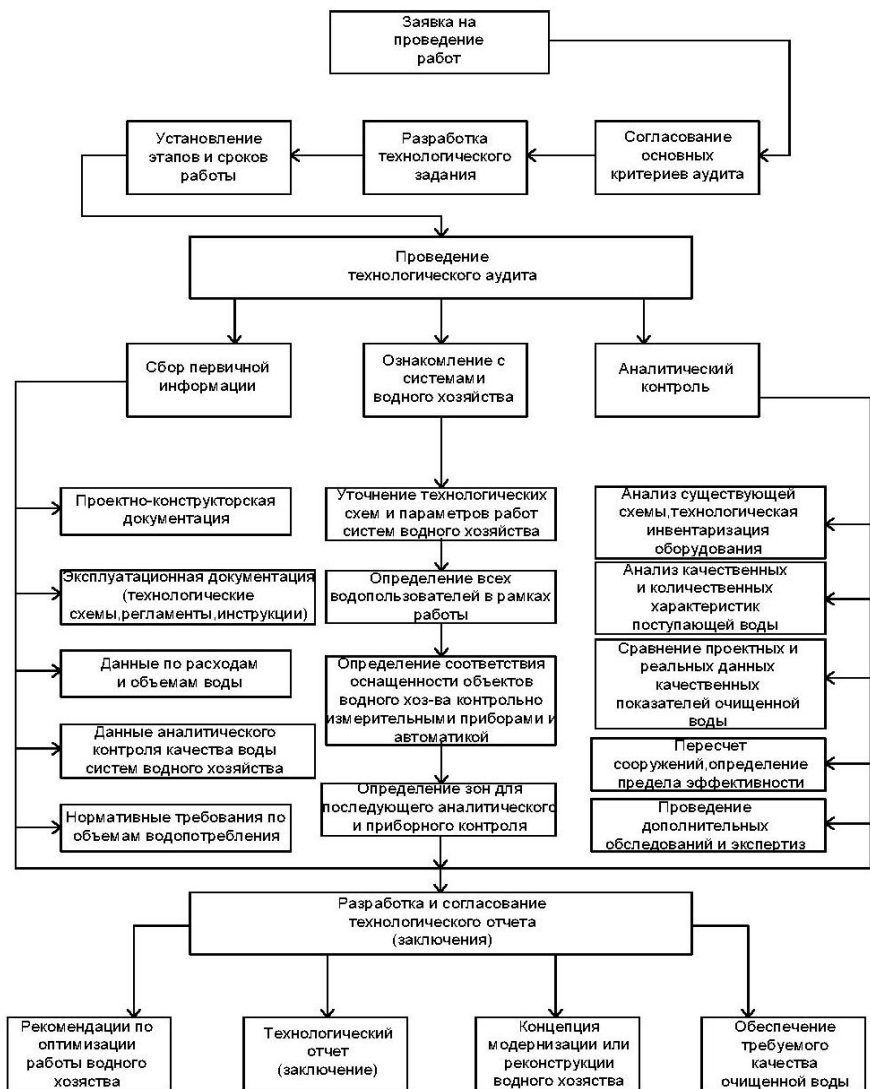


Рис. 1. Блок-схема технологического аудита

Технологический аудит позволяет не только выявить проблемы, но и определить причины несоответствия параметров, заложенных в проект и фактических данных.

Разработке мероприятий и рекомендаций по повышению эффективности работы действующих сооружений должен предшествовать глубокий и критический анализ существующих технологических решений и методов, опыта внедрения их на объектах ВКХ и технико-экономическая оценка.

В современных условиях к таким решениям можно отнести: применение флотации, дисковой фильтрации и префильтров с плавающей загрузкой для удаления фитопланктона; интенсификацию работы отстойников и осветлителей путем применения новых коагулянтов и флокулянтов и их сочетанием, устройством тонкослойных модулей; оснащение фильтров новыми дренажными системами; применение новых фильтрующих материалов; пре- и постаммонизация воды; замену хлора гипохлоритом натрия; включение в систему обеззараживания УФ-облучения; применение озонсорбции и мембранных технологий и др.

Реализация мероприятий, разработанных в рамках технологического аудита, позволит отладить работу сооружений и стабильно достигать качества очищенной воды на уровне требуемых значений.

Библиографический список

1. Говорова Ж.М., Журба М.Г. Обоснование водоочистных технологий и их инвестирования. Научное издание. – М. 2012. – 176 с.
2. Боровлев А. Технологический аудит как первый этап технического перевооружения предприятий на базе проектных решений // URL: http://www.umpro.ru/index.php?page_id=17&art_id_1=602&group_id_4=85 (дата обращения: 30.10.2017).
3. Эпов А.Н., Данилович Д.А. Техническое обследование систем водоснабжения и водоотведения как инструмент повышения эффективности эксплуатации и развития // Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения, 2016. № 5. С.26-36.
4. Пильнов Г., Тарасова О., Янковский А. Как проводить технологический аудит // Серия методических материалов «Практические руководства для центров коммерциализации технологий». Проект EuropeAid «Наука и коммерциализация технологий». ЕС 2006. 96 с.

МЕМБРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБЛАСТИ ВОДОПОДГОТОВКИ И ОЧИСТКИ КОММУНАЛЬНЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

*Пинко Д.А., студентка 4 курса 1 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Алексеев С.Е., доц., к.т.н.*

В связи с отрицательной динамикой изменения качества воды поверхностных источниках питьевого водоснабжения, сложных химических составов подземных источников питьевого водоснабжения, ужесточения нормативов сбросов сточных вод, необходимостью энергоэффективной модернизацией водоочистных объектов, требуются все более совершенствованные и технологичные процессы. На сегодняшний день такими технологиями являются мембранные, занимающие передовые позиции в сфере подготовки и очистки воды в сравнении с традиционными технологиями, насчитывающими в своем применении уже более полувека.

Суть мембранных технологий состоит в изменении давления во время прохождения смеси сквозь полупроницаемую мембрану, с задержанием большинства компонентов, содержащихся в фильтруемых жидкостях.

История разработки мембранных технологий в России относится к середине шестидесятых годов прошлого века, а активное применение – с 2010 г., когда производство мембран стало более массовым и доступным для потребителей, когда производство мембранных модулей позволило увеличить поверхности фильтрации, автоматизировать управление технологическим процессом.

Процессы очистки на мембранах можно классифицировать так:

- обратный осмос;
- нанофильтрация;
- ультрафильтрация;
- микрофильтрация.

При использовании обратного осмоса растворы фильтруются через полупроницаемые мембраны, которые пропускают растворенные молекулы и полностью или частично задерживают ионы и молекулы растворенных веществ.

Ультрафильтрация воды задерживает белковые молекулы, соединения органики, а также является эффективной при задержке бактерий и вирусов. При этом сохраняется природный солевой состав воды.

Нанофильтрация технологически занимает промежуточное положение между методами ультрафильтрации и обратного осмоса.

По расположению мембран выделяют четыре типа мембранных установок:

- с плоскими мембранными элементами;
- с трубчатыми мембранными элементами;
- с мембранными элементами рулонного типа;
- с полволоконными мембранами.

Наиболее часто используются мембраны из керамики с жесткой структурой или уплотняющиеся мембраны из полимерных материалов.

Области применения мембран зависят от типа используемых технологий.

Практика применения мембранных систем при подготовке питьевой воды, обессоливания, химически подготовленной – достаточно широка, имеет более распространенный опыт и историю применения.

Очистка же хозяйственно бытовых и сильно загрязненных сточных вод, имеет более позднее массовое внедрение и связано, в первую очередь, с более жесткими требованиями к степени очистки сточных вод при сбросе в природную среду (например, нормативы для водоемов рыбохозяйственного значения, которые массово предъявляются для коммунальных систем очистки). При этом уже недостаточно реагентной и мембранной очистки воды, требуются и биологические процессы, необходимые для глубокого удаления загрязняющих веществ.

Для очистки сточных вод применяют их комбинацию – мембранный биореактор (сочетает в себе биохимические и мембранные процессы), что открывает иные возможности в очистке коммунальных и промышленных стоков, повышает степень их очистки, повышает энергоэффективность, снижает себестоимость эксплуатационных и капитальных затрат. МБР является комбинацией процессов микрофильтрации, процесса аэробной биологической очистки сточных вод и ультрафильтрации.

При использовании традиционной технологии биологической очистки сточных вод необходимы процессы доочистки (дорогостоящие комплексы, как правило, не применяемые в современных условиях) и обеззараживания, что обычно осуществляется с помощью хлорных агентов (чрезвычайно опасных в условиях эксплуатации и вредных для окружающей среды) или ультрафиолетового облучения (энергозатратного механизма). Для хлорных агентов необходимы дополнительные сорбционные фильтры, а ультрафиолетовые лампы не всегда обеспечивают нужную степень обеззараживания.

Таблица 1

Классический и мембранный биореакторы для биологической очистки сточных вод. Сравнительная характеристика.

Классический	Мембранный биореактор
<ul style="list-style-type: none">• взвешенные вещества в иловой смеси имеют низкую концентрацию (3-5 г/л)• малая продолжительность жизни активного ила• выживают только быстрорастущие бактерии• компонент-специфические бактерии не образуются• осадок перетекает	<ul style="list-style-type: none">• взвешенные вещества в иловой смеси обладают высокой концентрацией (10-20 г/л)• более длительная продолжительность жизни активного ила• выживают все виды бактерий• благоприятная среда для развития компонент-специфических бактерий• осадок не перетекает

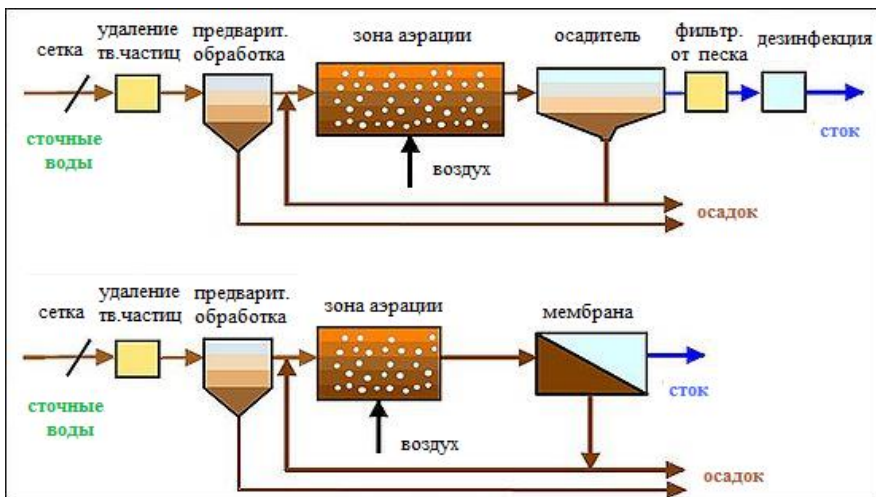


Рис. 1. Схематическое изображение очистки, при которой применяется активный ил и очистка с использованием мембранного биореактора.

При этом мембранный биореактор является более надежным, менее затратным при капитальном строительстве.

В использовании мембранных биореакторов можно выделить следующие особенности.

- обеспечивается разделение фаз в одной ступени, то есть мембранные биореакторы способны заменять функции вторичного отстойника;
- обеззараживание не требуется и обеспечивается удалением бактерий и вирусов;
- работа не зависит от структуры осадка, его осаждающей способности – очищенные стоки не содержат взвешенных веществ;
- компактное размещение;
- для компоновки требуется половина или одна треть площади в сравнении традиционной технологией;
- меньше строительных работ;
- высокая степень автоматизации и эксплуатационной безопасности.

Среди недостатков можно выделить

- эксплуатация и обслуживание требует хорошо обученного персонала;
- требуются реагенты для очистки мембран;
- требуется замена мембран один раз в 7-10 лет;
- высокая стоимость мембранных модулей.

Применение мембранных биореакторов позволяет:

- увеличить степень эффективности и надежности очистных сооружений;

- повысить производительность сооружений благодаря росту концентрации активного ила в аэротенках;
- создать очистные сооружения, которые будут компактнее путем замены фильтрации на фильтрах и вторичного отстаивания на мембранную доочистку;
- сократить объем избыточного активного ила.

Таким образом, современная мембранная технология с использованием мембранного биореактора является альтернативой традиционной биологической очистке с многоступенчатой реагентной очисткой и доочисткой сточных вод.

В практике применения мембранные биореакторы используются так же при очистке сточных вод с промышленных предприятий, маслозаводов, птицефабрик, поверхностных сточных вод.

Библиографический список

1. Орлов В.А., Квитка Л.А. Водоснабжение: Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2015. 443 с.
2. НПП «Медиана-Эко». Современные технологии очистки промышленных сточных вод и рекуперации отходов. – Режим доступа: http://www.mediana-eco.ru/information/stoki_biological/bioreactor/, свободный.
3. Технопарк РХТУ им Д.И. Менделеева. Транснациональный экологический проект. – Режим доступа: http://www.hydropark.ru/equipment/membrane_bioreactor.htm, свободный.
4. BBS Research. Membrane Bioreactors: Global Markets. Susan Hanft. June 2008. <http://www.bccresearch.com/report/MST047B.html>, свободный.
5. Сайт Мосводоканала [Электронный ресурс]. – М.: ОАО Мосводоканал. – Режим доступа: <http://www.mosvodokanal.ru/>, свободный.

СТАНЦИЯ ВОДОПОДГОТОВКИ SVARTEDIKET (г. БЕРГЕН, НОВЕГИЯ)

*Прокопьева А.И., студентка 2 курса магистратуры 4 группы ИИЭСМ¹
Научный руководитель – Говорова Ж.М., проф., д.т.н.*

Берген – второй по величине город в Норвегии и первый по количеству осадков в Европе – примерно 2250 мм/год. Изменение климата, в части дальнейшего увеличения количества и интенсивности осадков, вероятности наводнений, повышения уровня моря и тем самым переполнение канализационных коллекторов и ухудшение санитарного состояния – факторы, которые должны учитываться при проектировании, строительстве и эксплуатации системы водоснабжения города.

Система водоснабжения г. Берген состоит из 6 станций водоподготовки – Svartediket, Sædalen, Espeland (Gullfjellet), Kismul, Risnes, Jordalsvatnet, включает 61 плотину, 36 водохранилищ (250000 м³), водопроводную распределительную сеть протяженностью 920 км и 90 насосных станций. Ежегодное обрабатываемое количество воды составляет 35,8 млн. м³ при этом ~97% жителей из 270 тыс. человек обеспечены водой.

Все станции водоподготовки в г. Берген соединены между собой трубопроводами на случай возникновения аварийных или других непредвиденных ситуаций. Резервуары на всех станциях имеют двухдневный запас питьевой воды.

Самой крупной и уникальной станцией водоподготовки, обеспечивающей водой центральную часть г. Берген, является Svartediket (рис. 1).

В 2007 г. станция Svartediket была введена в эксплуатацию после крупномасштабной реконструкции, предусматривающей размещение основных сооружений и оборудования станции в тоннелях горного массива г. Бергена. Средняя производительность станции составляет 45,0 тыс.м³ в сутки и при необходимости может быть увеличена почти вдвое.



Рис. 1. Станция водоподготовки Svartediket. Плотина и главное здание.

¹ Фотоматериалы – Прокопьевой А.И.

Качество озерной воды состоянием на январь 2017 года приведено в табл. 1.

Таблица 1

Качество воды озера Svartediket

№ п/п	Показатель	Значение
1.	Мутность, F.T.U.	0,45
2.	Цветность, mg Pt/l	12
3.	pH	5,31
4.	Общий органический углерод, mg/l	1,87
5.	Общий азот, g N/l	208
6.	Общий фосфор, g P/l	2
7.	Колиформные бактерии, кл/100 мл	0
8.	Сульфитредуцирующие кластридии, кл/100 мл	5

Видовой состав фитопланктона озерной воды численностью от 6,0 до 812,0 тыс. кл/л и биомассой от 0,003 до 0,0242 мг/л представлен в основном *Tabellaria fenestrata*, *Sphaerocystis*, *Ubest. Flagellater* и *Samlet*.

Зоопланктон общим содержанием 4,67 тыс. ед/м³ в основном представлен 3 видами *Vannlopper (Cladocera)* и 6 видами *Horpekreps (Copepoda)*.

С целью подготовки воды питьевого качества необходимо обеспечить снижение коррозионной активности воды и содержания гумусовых веществ и ее обеззараживание.

На рис. 2 и 3 представлен план станции и ее высотная схема, а на рис. 4 – основные сооружения, оборудование, коммуникации.

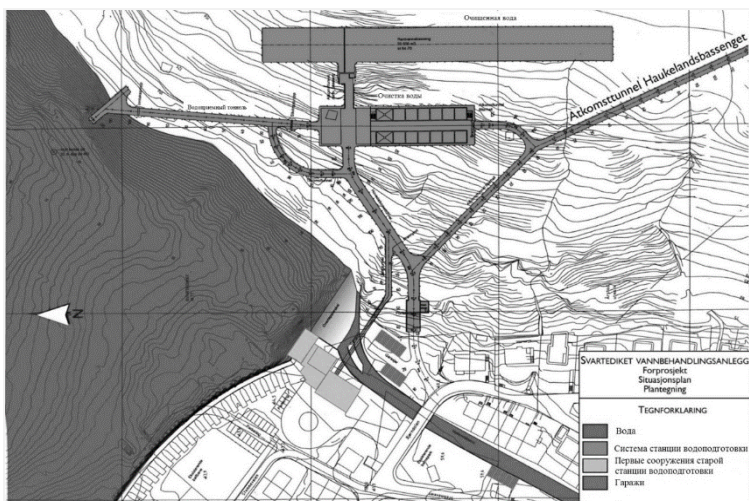


Рис. 2. План станции водоподготовки Svartediket после реконструкции

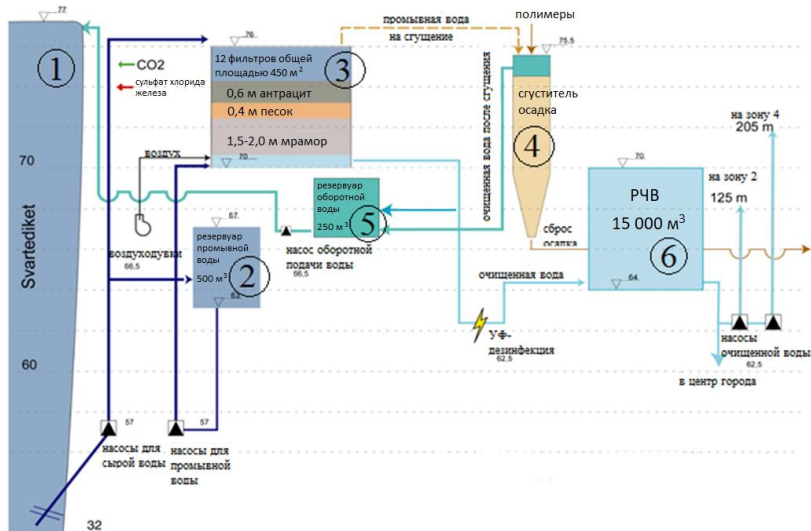


Рис. 3. Высотная схема обработки воды:

1 – источник водоснабжения, 2 – резервуар промывной воды, 3 – фильтр, 4 – сгуститель осадка, 5 – резервуар оборотной воды, 6 – резервуар чистой воды

Озерная вода забирается на высоте 28 м ниже нормального уровня воды из озера Svartediket, на высоте 77 м над уровнем моря. Для предотвращения всасывания больших предметов концы двух впускных труб оборудованы сетками. Подача исходной воды на станцию осуществляется по водоводу диаметром 900 мм (рис. 4, а) и затем группой из трех насосов (рис. 4, б) – непосредственно в фильтры.

Процесс очистки воды включает:

- насыщение воды CO_2 с целью увеличения содержания кальция, и повышения рН;
- обработку раствором сульфата (хлорида) железа для осаждения органических веществ и частиц примесей (рис. 4, в);
- фильтрование со скоростью 4,4-8 м/ч через трехслойную загрузку из антрацита (0,6 м), кварцевого песка (0,4 м) и мраморной крошки (1,5-2,0 м). Число фильтров – 12 штук общей площадью 450 м² (рис. 4, г). Промывка фильтров – водо-воздушная;
- УФ-обеззараживание (при необходимости – предусматривается подача хлора) – рис. 4, д);
- реагентную обработку и повторное использование промывной воды и сгущение осадка (рис. 4, е).

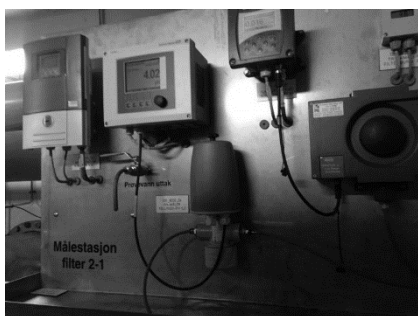
Очищенная вода подается в систему водоснабжения в центральную часть города, а также по соединительным галереям – в резервуары Lægdene (205 м) и Fløyen, Haukeland, Ulriken/Landås (125 м).



а)



б)



в)



г)



д)



е)

Рис. 4. Станция водоподготовки:

а – водовод, б – насосы подачи исходной воды, в – реагентный блок, г – зал фильтров, д – блок обеззараживания, е – зал сгустителей осадка

На станции осуществляется постоянный мониторинг качества воды. Так, в среднем один раз в неделю проводится онлайн-мониторинг воды по показателям – рН, мутность, цветность, температура, наличие бактерий, анализ бактериологических показателей воды после фильтров и онлайн-

мониторинг мутности. Благодаря наличию системы онлайн-мониторинга осуществляется контроль за интенсивностью и дозой УФ.

Использование высокотехнологичного оборудования позволяет для поддержания работоспособности станции постоянно задействовать лишь 2 сотрудника, которые с помощью автоматизированных систем следят за работой оборудования и качеством воды и предупреждением аварийных ситуаций.

Станция водоподготовки Svartediket г. Бергена оснащена современным оборудованием, имеет два гигиенических барьера (химическую дезинфекция и УФ-обеззараживание), обеспечивает эффективную очистку воды, соответствующую нормативным требованиям и безопасность системы водоснабжения г. Берген в целом.

Библиографический список

1. Vassdragsundersøkelser i nedbørfeltene til vannverkene på Byfjellene i Bergen sommeren. 2000 г. – 84 с.
2. Presentation Bergen and Bergen Water – Ivar Kalland civil engineer, ex. director Bergen Water & Sewerage Works.
3. Сайт коммуны г. Бергена [Электронный ресурс] – Bergen Kommune – Режим доступа: <https://www.bergen.kommune.no/>

К ВОПРОСУ О СНИЖЕНИИ ТРИГАЛОГЕНМЕТАНОВ В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ

Рудич У.С., студентка 4 курса 2 группы ИИЭСМ

Осипов Д.А., студент 1 курса магистратуры 1 группы ФЭМС ВГУ

Говоров В.О., студент 3 курса 16 группы ИИЭСМ

Ромаш Д.А., студент 4 курса 4 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Говорова Ж.М., проф., д.т.н.

Важным этапом подготовки воды питьевого качества является ее обеззараживание, которое чаще всего осуществляется с помощью различных хлорсодержащих реагентов. При хлорировании свободным хлором воды, содержащей высокие концентрации органических загрязнений, образуются токсичные летучие хлорорганические соединения (в основном, тригалогенметаны), которые в свою очередь обладают высокой мутагенной и канцерогенной активностью. В связи с этим, вопрос о снижении тригалогенметанов (ТГМ) в питьевой воде является актуальным и в настоящее время.

По литературным данным [1] за образование ТГМ в питьевой воде отвечают такие органические вещества, как:

- гумусовые вещества и нефтепродукты, способные к образованию карбонильных соединений при изомеризации, окислении или гидролизе;
- оксосоединения, имеющие одну или несколько карбонильных групп, находящихся в мета- или параположении;
- соединения, содержащие фенольные гидроксильные группы.

Немаловажное влияние оказывает на образование ТГМ наличие в воде фитопланктона, его клеточная масса и продукты жизнедеятельности [2].

К ТГМ относятся такие соединения как хлороформ (CHCl_3), бромдихлорметан (CHBrCl_2), дибромхлорметан (CHBr_2Cl), бромформ (CHBr_3) и другие. Большая часть (~95%) ТГМ в питьевой воде представлена в виде хлороформа.

Отличительной особенностью ТГМ по данным [3] является способность давать наиболее тяжкие отдаленные эффекты. Употребление воды с повышенной концентрацией ТГМ способствуют развитию онкологических заболеваний у людей. Второе отличительное свойство ТГМ – комплексное поступление в организм человека в бытовых условиях. При повышении температуры вследствие летучести ТГМ способны проникать в легкие и через кожные покровы, что оказывает дополнительное воздействие на организм человека.

Допустимые концентрации ТГМ в воде приведены в таблице 1.

К методам снижения концентрации ТГМ в питьевой воде относятся: предотвращение загрязнения источника водоснабжения, удаление ТГМ в процессе водоподготовки и предотвращение образования ТГМ [1].

Предпочтение отдается методам, направленным не на удаление образовавшихся ТГМ из очищаемой воды, а на предотвращение или минимизацию их образования. К таким методам относятся: предварительная очистка

от органических взвешенных и растворенных загрязнений, изменение режима хлорирования и замена хлора другими окислителями, такими как озон, перманганат калия и др.

Таблица 1

Предельно допустимые концентрации ТГМ в питьевой воде

Показатель, мкг/л	СанПиН 2.1.4.1074-01	ГН 2.1.5.1315-03	ГН 2.1.5.2280-07
Хлороформ	200 (2)	100 (1)	60 <к>
Бромдихлорметан	30 (2)	30 (2)	30 <к>
Дибромхлорметан	30 (2)	30 (2)	30 (2)
Бромформ	100 (2)	-	-
Четыреххлористый углерод	6 (2)	2 <к>	2 <к>
* В скобках указан класс опасности, <к> – канцерогенный			

Рациональным и доступным технологическим решением, позволяющим уменьшить концентрацию тригалогенметанов, является применение на предварительной стадии аммонизации, которая состоит в следующем. При наличии в воде аммиака или солей аммония вводимый в нее хлор образует хлорамины, окислительный потенциал которых значительно ниже, чем у свободного хлора. Однако продукты гидролиза и разложения хлораминов представляют собой сильные окислители. В зависимости от значения pH водной среды и концентрации хлора и аммиака (ионов аммония) образуются монохлорамины (NH_2Cl), дихлорамины (NHCl_2) или трихлорамины (NCl_3). Два последних соединения являются неустойчивыми [4].

Для аммонизации воды в отечественной практике водоподготовки нашли применение такие реагенты как водный раствор аммиака (аммиачная вода) $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (ГОСТ 9-92), хлорид аммония (хлористый аммоний) NH_4Cl (ГОСТ 2210-73), сульфат аммония $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (ГОСТ 10873-73). При выборе реагента предпочтение следует отдавать наиболее безопасным в эксплуатации, хорошо растворимым в воде и не отличающимся коррозионной активностью реагентам. Таким требованиям в первую очередь отвечает сульфат аммония [5].

В рамках данной работы нами были проведены исследования, целью которых являлась оценка эффективности аммонизации природной воды, характеризующейся высокой цветностью (до 201 град.), малой мутностью (до 12,5 мг/дм³), содержанием органических загрязнений по перманганатной окисляемости и ХПК 32 и 83 мг O_2 /дм³ соответственно и высоким уровнем микробиологических показателей. Хлорпоглощаемость воды в зависимости от сезона года изменяется в широких пределах от 0,2 до 8,6 мг/дм³.

На действующей водопроводной станции производительностью порядка 100 тыс.м³/сут (рис. 1) очистка воды осуществляется по трем технологическим линиям, на двух из которых спроектированы горизонтальные отстойники и скорые фильтры, а на третьей – осветлители со слоем взве-

шенного осадка и скорые фильтры. Для обеззараживания воды на всех технологических линиях применяется хлор.



Рис. 1. Водопроводная очистная станция (слева направо): смеситель и скорый фильтр

Было установлено, что на этапе первичного хлорирования в воде образуется хлороформ в количестве 4,3 ПДК. Затем его концентрация незначительно снижается и при вторичном хлорировании возрастает. Использование такого технологического приема как дробное хлорирование дозами, не превышающими $1,5 \text{ мг/дм}^3$, позволяет на этапе первичного хлорирования снизить образование хлороформа в обрабатываемой воде как минимум в 4,1 раза. Необходимо отметить, что количество образующегося хлороформа зависит не только от концентрации органических загрязнений, дозы хлора, pH, но и от температуры воды, при повышении которой концентрация хлороформа резко возрастает [6-7].

Исследования процесса аммонизации проводились на установке, которая моделировала процесс реагентной обработки воды на действующих сооружениях [8] и включала:

- блок реагентного хозяйства с расходными баками, насосами-дозаторами сульфата аммония, хлорной воды, коагулянта и флокулянта,
- механический смеситель,
- модели ОВО и фильтра,
- технологические трубопроводы, контрольно-измерительную и запорно-регулирующую арматуру.

Отбор проб воды осуществлялся на входе, после ОВО и на выходе из фильтра (рис. 2).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что при хлорировании воды без аммонизации хлороформ образуется в концентрациях, превышающих ПДК в 1,8 раза, добавление за 2 минуты перед хлором сульфата аммония в зависимости от его дозы позволяло снизить концентрацию хлороформа на 50-60% и обеспечить его норматив в очищенной воде (рис. 3).

При принятых режимах обработки и параметрах работы основных сооружений (скорость восходящего потока и скорость фильтрования соответственно 5 мм/с и 5 м/ч) качество очищенной воды по всем показателям соответствовало нормативам на питьевую воду (табл. 2).

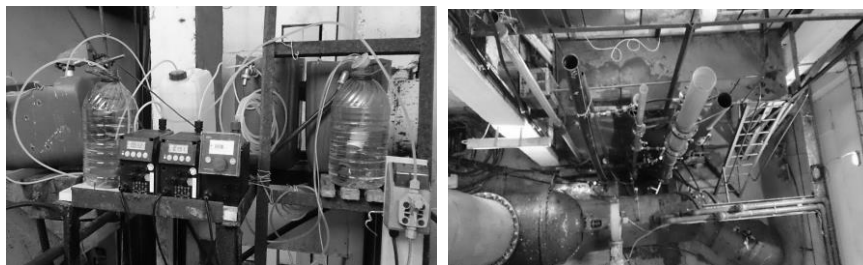


Рис. 2. Модельные установки (слева направо): блок реagentного хозяйства, ОВО и фильтр

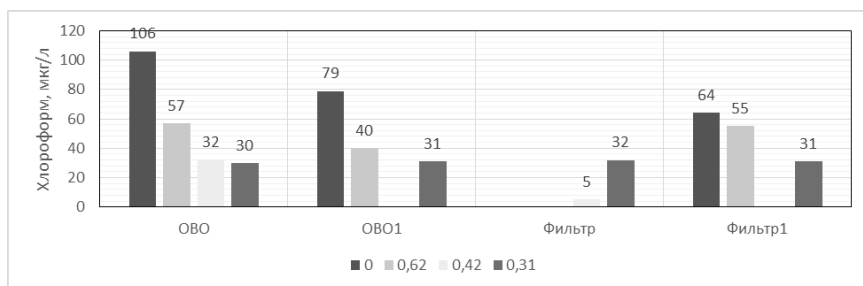


Рис. 3. Содержание хлороформа в очищенной воде при обработке по двухступенчатой реагентной технологии: осветлитель+фильтр с разными дозами сульфата аммония и хлора (D_{chl}): ОВО, Фильтр – продолжительность фильтроцикла (10...14 ч); ОВО1, Фильтр1 – продолжительность фильтроцикла (4,5...5 ч)

Таблица 2

Качество исходной и очищенной воды

Показатель	Речная вода	Фильтрат	СанПиН 2.1.4.10.74 -01
Цветность, град.	76	12	20
Мутность, ЕМФ	4,68	0,42	2,6
Окисляемость, mgO_2/dm^3	10,9	3,7	5,0
pH	7,76	7,32	6-9
Щелочность, $mmol/dm^3$	4,5	3,6	не норм.
Алюминий, mg/dm^3	-	0,11	0,2
Аммоний, mg/dm^3	0,18	0,14	2,0
ОМЧ, КОЕ/1 мл	55	отс.	менее 50
ОКБ, КОЕ/100 мл	310	отс.	отс.
ТКБ, КОЕ/100 мл	296,5	отс.	отс.
Колифаги, БОЕ/100 мл	20	отс.	отс.

Таким образом, применение аммонизации воды перед хлорированием позволяет снизить концентрации хлорорганических соединений (тригалогенметанов) в питьевой воде на 60-80%, обеспечить соблюдение нормати-

вов питьевой воды по ТГМ, снизить интенсивность запахов, улучшить микробиологические показатели воды в водопроводной сети и стабилизировать концентрацию остаточного хлора в питьевой воде, уменьшить расход хлора на 40-50%, что и подтверждается опытом внедрения данного метода на многих водопроводных очистных сооружениях страны.

Библиографический список

1. Руководство на технологию подготовки питьевой воды, обеспечивающую выполнение гигиенических требований в отношении хлорорганических соединений. – М.: ОНТИ НИИ КВОВ, 1989. 25 с.

2. Васильева А.И., Насырова М.Р., Кантор Л.И., Труханова Н.В., Мельницкий И.А. Роль водорослей в образовании побочных продуктов хлорирования воды // Водоснабжение и санитарная техника, 2014. № 3. С. 34-70.

3. Егорова Н.А., Букшук А.А, Красовский Г.Н. Гигиеническая оценка продуктов хлорирования питьевой воды с учетом множественности путей поступления в организм // Гигиена и санитария. 2013. № 2. С.18-24.

4. Кульский Л.А., Строкач П.П. Технология очистки природных вод. 2-е изд, перераб. и доп. – Киев: Выща школа. 1986 – 352 с.

5. Кинебас А.К., Нефедова Е.Д., Бекренев А.В., Яковлев В.Ю. Внедрение двухступенчатой схемы обеззараживания воды на водопроводных станциях Санкт-Петербурга // Водоснабжение и санитарная техника. 2010. № 2. С. 36-42.

6. Алексеева Л.П. Снижение концентрации хлорорганических соединений, образующихся в процессе подготовки питьевой воды // Водоснабжение и санитарная техника. 2009. № 9. С. 27-34.

7. Арутюнова И.Ю., Калашникова О.Б. Применение метода предварительной аммонизации и хлорирования при подготовке москворецкой воды // Водоснабжение и санитарная техника. 2012. № 10. С. 18-22.

8. Говорова Ж.М., Журба М.Г. Обоснование водоочистных технологий и их инвестирования: Научное издание. – М., 2012. – 176 с.

ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМ ВНУТРЕННЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ НОВЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ

*Семёнова Д.П., Тайбарей В.В., студентки 4 курса 2 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Орлов Е.В., доц., к.т.н.*

Сегодня комфортность проживания в здании определяется системами водоснабжения и водоотведения, которые обеспечивают население качественной питьевой водой и поддерживают санитарную безопасность на высоком уровне. Из года в год требования к комфортности все более возрастают. Это приводит к тому, что в новых зданиях начинают применяться различные технические решения и новое оборудование, которые были недоступны ранее [1-2].

В новых жилых зданиях меняется подход к проектированию санитарно-технических помещений, в которых присутствуют системы водоснабжения и водоотведения. Под санитарно-техническими помещениями подразумеваются в квартире помещения кухонь и санитарно-технических узлов (кабин).

Сегодня присутствует тенденция в пользу увеличения площадей кухонь и санитарно-технических кабин. Это обуславливается установкой в них нового оборудования, которое ранее не использовалось широко в жилищном строительстве.

Новые объемно-планировочные решения начинают диктовать новый подход к комфортности пользования системами водоснабжения и водоотведения.

В квартирах, количество комнат в которых начинает превышать две и более, сейчас рекомендуется проектировать две санитарно-технические кабины. Это позволяет значительно ускорить процесс проведения санитарно-гигиенических процедур, избежав очередей по утрам. Как правило, проектируется одна раздельная и полноценная санитарно-техническая кабина, в которой устанавливаются минимально необходимые приборы – унитаз, умывальник и ванна. Второй санузел имеет, как правило, меньшее количество приборов. Возможны различные варианты компоновки, например, только унитаз, или унитаз и ванна.

Кухни сейчас рекомендуется проектировать площадью не менее 9 м² – для однокомнатных квартир. Это позволяет не только без особых проблем размещать мебель, но также комфортно принимать пищу, чего не было ранее в домах, которых проектировались 20-25 лет назад. Сегодня в обязательном порядке при строительстве нового жилья в гидравлический расчет вводят посудомоечные машины, подводки для которых размещают на кухнях. Данный водоразборный прибор подключается к системам внутреннего холодного водопровода и канализации. Он способен за один цикл мойки вымыть 10 комплектов грязной посуды, истратив всего 12 литров воды. Это позволяет, во-первых, экономить значительное количество воды. Во-вторых, сэкономить большое количество свободного времени, т.к. весь

процесс полностью автоматизирован. Кроме того, использование стиральных машин рекомендуется всеми водоканалами наших городов как наиболее эффективный метод экономии чистой питьевой воды.

Сегодня начинают проектироваться новый тип квартир – так называемые евро-двушки. Они представляют собой однокомнатную квартиру, в которой площадь кухни может достигать 12-15 м², а иногда и больше, по сути ее можно использовать для постоянного или временного проживания. В некоторых объемно-планировочных решениях современных квартир такие кухни даже имеют большую площадь, чем жилая комната. Это позволяет без особого труда устанавливать и различным образом компоновать все возможные водоразборные приборы и приемычники сточных вод.

Автоматические стиральные машины предназначены для стирки белья. Подводки для них монтируют непосредственно в санитарно-техническом узле. Данный водоразборный прибор подключается к системам внутреннего холодного водопровода и канализации. Стиральная машина позволяет постирать 5-6 кг грязного белья, потратив всего лишь 35-45 литров воды. Кроме того, значительно экономится время для жителя квартиры [3-4].

В раздельных санитарно-технических кабинках для удобства использования рядом с унитазом проектируется маленький рукомойник. Он позволяет помыть руки после процедуры. Таким образом, отпадает необходимость в ожидании очереди к умывальнику, в случае если ванной в данный момент пользуется кто-то другой. Рукомойник монтируется на стенку, на нем устанавливается смеситель с подводкой холодной и горячей водой.

Для экономии воды в последнее время рекомендуется устанавливать на умывальник бесконтактные смесители. Прибор автоматически включается при поднесении к нему рук за счет фото датчика, встроенного в корпус. Настройка температуры задается до включения через блок управления или с помощью специального рычажка, расположенного на приборе [5]. Водоразборный прибор позволяет значительно экономить воду по сравнению с устаревшими двухвентильными смесителями, а также однорычажными. Получается, что тратится именно столько воды, сколько необходимо потребителю. Единственный недостаток данного водоразборного прибора – это цена, которая на сегодня еще не такая дешевая, как хотелось бы.

Также для экономии воды используются специальные водосберегающие насадки. Они монтируются вместо стандартного аэратора на обыкновенный однорычажный смеситель. Прибор работает по следующей схеме. Вначале потребитель рычагом смесителя регулирует на глаз температуру, а затем поднимает рычаг для того, чтобы вода дошла до водосберегающей насадки. Далее необходимо включить водосберегающую насадку. Для этого потребителю кончиком пальца нажимает на специальный механизм насадки – шток. Вода начинает поступать из смесителя. После процедур необходимо вновь нажать на шток и вода перестает поступать через насадку. Таким образом, данный простой прибор значительно экономит воду, его цена сегодня является небольшой, его можно рекомендовать как дешевый аналог бесконтактного смесителя.

Большие площади санитарно-технических кабин также позволяют устанавливать и другое нестандартное оборудование систем водоснабжения и водоотведения.

Промышленностью совсем недавно был создан и широко продается специальный туалет для кошек и пород собак небольших размеров, которые приучены к лотку (чихуахуа, тойтерьер и т.д.). Это автоматический туалет, имеющий бесконтактную систему смыва (сенсорную). Данный прибор работает следующим образом. Он подключается к системе внутреннего холодного водопровода, а также к системе внутренней канализации. После того, как животное воспользовалось туалетом, оно уходит с унитаза и ровно через 15 секунд сенсор дает команду на смыв. Загрязнения проходят гидрозатвор и по отводным трубам попадают в систему внутренней канализации. Таким образом, неприятные запахи больше не будут сильно беспокоить хозяина, в отличие от обычных лотков. Уровень гигиены будет поддерживаться на необходимом уровне. Исследования, проведенные изобретателями таких туалетов, подтверждают, что практически все кошки и собаки, приученные к лотку, пользуются данным прибором без каких-либо осечек. Никакого дискомфорта и страха домашние питомцы не ощущают, а привыкание происходит практически сразу же.

В возводимом сегодня на территории московской области жилом комплексе «Ап-квартал Римский» по проекту российского архитектора Михаила Филиппова прослеживается не только красота итальянской архитектуры, но также и создания комфортной среды обитания. Например, инженерами для удобства жителей на первых этажах запроектированы помывочные помещения для животных. Это позволяет после прогулки вымыть лапы животных, чтобы не нести грязь в подъезд и квартиру, что уменьшает затраты на уборку помещений.

В заключении хочется сказать, что использование новых водоразборных приборов и приемников сточных вод в помещениях позволяет повысить комфортность проживания на территории объекта во много раз.

Библиографический список

1. Исаев В.Н., Нечитаева В.А. Энергоресурсосбережение в системах водоснабжения // Водоснабжение и канализация. 2010. № 4. С. 88-91.
2. Журов В.Н., Пугачев Е.А., Федоровская Т.Г., Комаров А.С., Викулина В.Б., Михайлин А.В., Нечитаева В.А. Водоснабжение и водоотведение жилого дома. М. Издательство АСВ, 2004. 32 с.
3. Чистякова А.В., Чухин В.А., Андрианов А.П. Автоматизация инженерных систем зданий. Системы водоснабжения // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2016. № 1 (97). С. 48-54.
4. Кедров В.С., Исаев В.Н., Орлов В.А., Пальгунов П.П., Сомов М.А., Чухин В.А.. Водоснабжение и водоотведение: Учебник для вузов. – М.: Стройиздат, 2002. – 335 с.
5. Орлов В.А. Трубопроводные сети. М. Издательство Лань. 2015. 160 с.

НОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМЫ ПОЛИВОЧНОГО ВОДОПРОВОДА ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

*Тайбарей В.В., Некрасова К.И., студентки 4 курса 2 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Орлов Е.В., доц., к.т.н.*

Биоклиматическая архитектура является новым этапом развития архитектурных стилей, в котором решается задача единения здания – как искусственной оболочки, созданной человеком, с природой, большим количеством зеленых насаждений, которые образуют рекреационные парки и сады.

Данный архитектурный стиль, используемый в высотном строении, появился в умах иностранных архитекторов. Однако, стоит отметить, что и в нашей стране можно найти зачатки данной архитектурной концепции в некоторых зданиях, например, в дизайне интерьера здания московского государственного строительного университета (г. Москва, Ярославское шоссе, дом 26). Именно в холлах данных зданий предполагалось сделать напор на посадки небольших растений.

Стоит подчеркнуть, что сегодня зеленые насаждения в зданиях биоклиматической архитектуры являются также и важным элементом, который обеспечивает сложную систему поддержания микроклимата здания, а не только рекреационную и чисто эстетическую [1-3].

Единение с природой в таких зданиях строится по следующему принципу: случайно залетевшая в здание птица не должна понять, что она находится в искусственно созданной человеком среде. Поэтому по мнению современных экологов развитие больших по объему зданий, в том числе и высотных должно идти именно по такому принципу единения человека с природой.

Большое количество зеленых насаждений в здании создает также определенные сложности. Прежде всего, для поддержания их в нормальной среде жизнедеятельности им требуется ежедневная поливка. Для этого для них должен быть запроектирован поливочный водопровод.

Некоторые архитекторы в своих работах приводят различные варианты размещения в здании садов, парков и отдельных зеленых массивов, однако вопросы автоматической поливки растений нигде тщательно не рассматриваются.

В высотном здании имеются определенные особенности при возведении и эксплуатации данной системы, поэтому предлагается их рассмотреть, сосредоточившись на основных и важных моментах.

Систему поливочного водоснабжения в высотных зданиях следует проектировать раздельной от хозяйственно-питьевой и противопожарной. Кроме того, внутренний водопровод высотных зданий должен иметь высокую степень надежности [4-5]. Для этого в здании необходимо проектировать не менее трех вводов от городского водопровода. Причем желательно

их подводить к строению с разных сторон. Это обеспечит бесперебойность подачи на случай чрезвычайных ситуаций.

Как и все инженерные системы, внутренний поливочный водопровод предлагается зонировать по вертикали. Это позволит снизить избыточные давления на нижележащих этажах. Количество зон будет определяться расчетом в зависимости от гарантийного давления городской сети.

Магистраль внутреннего поливочного водопровода прокладывается в подвале (техническом этаже). Так как объем поливаемой территории значителен, то предлагается сделать не тупиковую, а кольцевую систему водоснабжения. Это обеспечит надежность в случае аварии на магистрали по сравнению с тупиковой сетью [6-7].

На технических этажах необходимо устанавливать водонапорные баки, объем которых сможет обеспечить поливку территории в случае аварии в системе. Также они помогут стабилизировать давление в сети. На техническом этаже будут устанавливаться насосы в количестве не менее двух штук (точное количество определяется расчетом).

Расчетные расходы на поливку зеленых насаждений будут зависеть от типа посаженных растений, а также от климатических условий здания. Кроме того, необходимо учитывать, что поливочный водопровод будет использоваться также уборщицами для мытья лестничной клетки и дворовой территории перед высотным зданием. По усредненным нормам можно принять на поливку объем, находящийся в диапазоне от 3 до 7 л/м².

Качество воды для некоторых видов растений может не соответствовать питьевым, поэтому оно должно определяться в зависимости от природных особенностей некоторых видов зеленых насаждений.

В качестве водоразборных приборов, подающих воду непосредственно из системы внутреннего водопровода к растениям, предлагается использовать автоматические краны. Через определенный промежуток времени такие приборы с помощью электроздвижки будут включаться и подавать воду к зеленым насаждениям, а затем таким же образом выключаться.

Водопроводную сеть целесообразно проектировать из медных труб. Стойки систем поливочного водопровода желательно группировать рядом с зелеными насаждениями и трассировать трубопроводы без лишних поворотов для снижения потерей напора на местные сопротивления и по длине.

Трубы из меди уже давно применяются в зарубежных странах. Например, в некоторых домах Великобритании водопровод, построенный в начале 1950 годов прошлого века, работает и по сегодняшнее время без сбоев, в то время как водопровод из стали менялся и не один раз.

Для изготовления медных трубопроводов используется медь марки Cu-DHP. В своем составе она содержит медь (Cu) не менее 99,9%, фосфор (P) не более 0,04 % и серебро (Ag) около 0,015%.

Стоит перечислить высокие антикоррозионные свойства трубопроводов, выполненных из меди. Также у них имеется необходимая пластичность и твердость, отсутствует обрастания внутренней поверхности трубопроводов. Медные трубопроводы имеют низкий коэффициент шероховато-

сти, а также высокую стойкость к перепадам температур. В качестве минусов стоит перечислить высокую стоимость, а также непопулярность в нашей стране.

Для опорожнения системы внутреннего поливочного водопровода на случай аварии или ремонта целесообразно проектировать трубопроводы и трассировать их с уклоном 0,01-0,005 в сторону спускных кранов.

Для некоторых растений с целью водосбережения предлагается использовать капельное орошение, которое практикуется в сельскохозяйственном водоснабжении. При таком методе полива вода поступает напрямую к корням растений, а не в грунт. Водоразбор осуществляется с помощью специальных капельных дозаторов, которые возможно автоматизировать также, как и поливочные краны. Кроме того, данная система позволяет снизить эрозию почв, а также уменьшить вероятность размножения сорняков.

При особом требовании к качеству воды определенными видами зеленых насаждений возможно проектирование в здании на техническом этаже специальной системы водоподготовки.

Кроме того, возможно добавление в поливочную воду специальных удобрений, которые позволят растениям бороться с различными паразитами, что позволит увеличить продуктивность зеленых массивов.

Таким образом, можно подчеркнуть, что при проектировании зданий биоклиматической архитектуры необходимо также устраивать поливочный водопровод с системой автоматической поливки, а также удобрений, что позволит значительно упростить создание зеленой среды обитания в высотных зданиях.

Библиографический список

1. Инженерное оборудование высотных зданий / под общ. ред. М.М. Бродач. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2011. – 458 с.
2. Кедров В.С., Исаев В.Н., Орлов В.А., Пальгунов П.П., Сомов М.А., Чухин В.А. Водоснабжение и водоотведение. М.: Стройиздат. 2002. 336 с.
3. Чистякова А.В., Чухин В.А., Андрианов А.П. Автоматизация инженерных систем зданий. Системы водоснабжения // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2016. № 1 (97). С. 48-54.
4. Чухин В.А., Андрианов А.П. О возможности идентификации биокоррозии в системах водоснабжения // Водоснабжение и санитарная техника. 2015. № 5. С. 32-41.
5. Андрианов А.П., Чухин В.А. Структурные и морфологические особенности коррозии стальных водопроводных труб // Научное обозрение. 2014. № 7-1. С. 176-180.
6. Андрианов А.П., Бастрыкин Р.И., Чухин В.А. Изучение коррозионных отложений в трубопроводах систем подачи и распределения питьевой воды // Водоснабжение и санитарная техника. 2013. № 7. С. 30-36.
7. Андрианов А.П., Чухин В.А. Причина коррозии стальных труб в системах горячего водоснабжения // Вода Magazine. 2015. № 3. С. 36-38.

УСТОЙЧИВОСТЬ ЭКОСИСТЕМ

*Цой В.Е., студент 4 курса 1 группы ИИЭСМ;
Научный руководитель – Викулин П.Д., доц., к.т.н.*

Устойчивость экосистемы – один из важнейших факторов окружающей среды. Экосистема показывает на сколько способна окружающая среда и ее части удачно противостоять отрицательным внешним факторам, не утратив при этом ни только свою структуру, но и свои функции. Главная функция устойчивости заключается в противостоянии возникающим колебаниям. Эта способность тщательно изучается для определения последствий от воздействия антропогенных факторов.

Устойчивость (гомеостаз) – это свойство экосистемы или ее организмов возвращаться в свое нормальное для функционирования состояние.

Оно характеризуется:

- умением рецикла, то есть приходиться в естественное состояние после любого негативного воздействия;
- способностью переносить изменения без нарушения своих качеств.

Биосфера – это система, объединяющая в себя все живое на планете, в ней происходит глобальный круговорот веществ [2. С. 98].

Стабильность экосистемы как правило определяется двумя факторами: жесткостью окружающей среды и эффективностью внутренних управляющих механизмов. Так же различают резистентную и упругую стабильности. Резистентная характеризуется способностью оставаться в нормальном состоянии под нагрузкой, вторая – способностью быстро восстанавливаться.

Иными словами, резистентная устойчивость – это способность экосистемы бороться с нарушениями, оставив неизменными свою структуру и функцию, тогда как упругая устойчивость – это способность экосистемы восстанавливаться после того, как ее структура и функция были нарушены. На рис. 1 видно, что, когда функция экосистемы под действием какого-либо возмущения (нарушения) выходит за границы обычных значений, параметр этого отклонения определяет меру упругости системы – количество времени, необходимое для восстановления обычных значений, а площадь над кривой – общую устойчивость экосистемы. Понятно, что два типа стабильности взаимно исключают друг друга, так как быстро развить в себе два типа устойчивости экосистеме будет трудно.

В целом экосистемы подразделяют на естественные и искусственные. К естественным экосистемам относят всё, что произошло природным путем, к искусственным – всё, что было создано руками человека. Более узко экосистемы разрешено классифицировать по их функциональным или структурным признакам. По структурным признакам природные экосистемы делят на наземные, пресноводные и морские. По источнику энергии выделяем четыре функциональных типа экосистем: не субсидируемые природные, т.е. искусственные, субсидируемые природными процессами, субсидируемые человеком, техногенные. Все из указанных типов экосистем

отличаются ежегодным уровнем притока энергии (E , $\text{ккал}\cdot\text{м}^{-2}$). К первому типу относятся открытые океаны и высокогорные леса ($E = 1000\text{--}10000$ $\text{ккал}\cdot\text{м}^{-2}$); ко второму – воды континентального шельфа, некоторые дождевые леса ($E = 10000\text{--}40000$ $\text{ккал}\cdot\text{м}^{-2}$); третий тип включает агроэкосистемы, аквакультуры ($E = 10000\text{--}40000$ $\text{ккал}\cdot\text{м}^{-2}$); четвертый – города, пригороды, индустриальные зоны ($E = 100000\text{--}3000000$ $\text{ккал}\cdot\text{м}^{-2}$). Главным источником энергии здесь является топливо, а не солнце, такие системы зависят от экосистем до $E = 10000\text{--}40000$ $\text{ккал}\cdot\text{м}^{-2}$. В развитии общества человечество прошло через все типы энергетических экосистем. На данный момент довольно четко выражена поляризация данного развития. 50% экосистемы работает как экосистема, движимая горючими ископаемыми [1. С. 125].



Рис. 1. Функция экосистемы

Устойчивость и продуктивность экосистем позволяет сделать выводы о пределах допустимости хозяйственной деятельности человека.

1. Разнообразие видов живых организмов, необходимых для максимальной замкнутости круговорота веществ, обеспечивает устойчивость экосистем. Глобальная экосистема Земли – Биосфера включает в себя более двух млн. видов. Любая деятельность человека, которая вызывает снижение численности и разнообразия видов на Земле, приводит к нарушению равновесия Биосферы. Опасно не только то, что наши потомки не увидят живыми те или иные виды растений и животных, но и то, что вывод Биосферы из равновесия приведет ее к глобальной сукцессии, в результате которой придется кардинально изменять все сложившиеся технологии природопользования и жизнеобеспечения человека.

2. Использование потока энергии экосистемы должно быть направлено на максимальное сохранение равновесия. Следовательно, деятельность человека, обеспечивающего свое выживание за счет возможности воспроизводства других видов экосистемы, приведет к нарушению равновесия эко-

системы, истощению ресурсов, необходимых для его существования, что в итоге приведет к его гибели как вида. С эволюционной точки зрения приспособленным является тот вид, который, обеспечивая свое воспроизводство, не препятствует воспроизводству других видов экосистемы.

3. Использование потока энергии в хозяйственной деятельности направлено на его перераспределение для получения максимума продукции в необходимых человеку пищевых цепях (господство избранных человеком видов за счет невозможности существования других), поэтому вмешательство человека в природные экосистемы нарушает их равновесие.

4. Формирование и восстановление равновесия экосистем - это саморегулируемый процесс, основывающийся на случайностях (случайный занос семян или случайная миграция животных, случайные наследственные изменения свойств организмов в результате мутаций и рекомбинаций генов).

5. Попытка человека изменить равновесие экосистемы приведет к соответствующему увеличению непредсказуемости и беспорядка в других ее частях. Иными словами, предпринимая любые преобразования природы для решения своих насущных проблем, человек должен быть готов к неизбежному появлению новых и совершенно неожиданных проблем.

6. Максимальная урожайность с/х культур ограничена коэффициентом полезного действия фотосинтеза в данной природной географической зоне (при этом КПД фотосинтеза колеблется от 12% до 0,02%), повысить который невозможно.

7. Суммарная масса производства пищевого животного белка не может быть выше производства растительных пищевых продуктов, даже при самой развитой и совершенной биотехнологии.

8. Биосфера Земли не в состоянии обеспечить питанием человечество, растущее численно: ее возможности ограничены естественными непреодолимыми факторами.

Таким образом, экосистема - это основная функциональная единица в экологии, состоящая из организмов и неживой среды, взаимодействие между которыми поддерживает жизнь на Земле.

Библиографический список

1. Богдановский Г.А. Химическая экология: Учебное пособие / М.: Изд-во МГУ, 1994. – 237 с.
2. Ровинский Ф.Е. Методы анализа загрязнения окружающей среды. – М., 1978. – 262 с.

ИСТОРИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА КАНАЛА ИМЕНИ МОСКВЫ

Цой В.Е., студент 4 курса 1 группы ИИЭСМ

Семёнова Д.П., студентка 4 курса 2 группы ИИЭСМ

Научные руководители – Зубарева О.Н., доц., к.т.н.,

Орлов Е.В., доц., к.т.н.

В 30-е годы прошлого века по причине увеличения численности населения столицы, а также из-за быстрого увеличения площади города остро встает вопрос о водоснабжении питьевой водой. В то время московский водопровод уже в полной мере не смог удовлетворит город необходимыми объемами воды [1-2].

Именно в те года по причине нехватки воды водопотребление проживающего на территории города жителя составляло всего лишь 120 л/сут. В других же развитых городах Западной Европы этот показатель был на уровне 400-500 л/сут.

Генеральный план развития города Москвы предполагал увеличения водопотребления до уровня современных европейских городов. Это позволило бы городу и далее увеличивать свои границы, возводя большое количество промышленных предприятий.

В то время основная проблема заключалось в том, что река Москва уже не была способна дать такое количество воды. Необходимо было искать новый источник для водоснабжения столицы.

Кроме того, река Москва из-за большого объема забираемой из нее воды, а также по причине увеличения притока неочищенных сточных вод, становилась все грязнее. Исследования, проведенные в те годы, говорят о том, что количество кислорода в воде приближалось к нулю. Таким образом, стало необходимым срочно организовать обводнение реки Москвы свежей водой из нового источника.

В те годы роль водного транспорта была небольшой. Однако, для генерального плана развития и расширения города было необходимо завозить большое количество строительных материалов. Стоит сказать, что водная система тех лет вышперечисленную задачу была решить не в состоянии.

Таким образом, для решения проблем с водоснабжением города, расширения судоходства, а также для улучшения санитарного состояния реки Москвы было принято начать поиск нового источника, которым стала река Волга. Для этого было решено построить водный канал, по которому волжская вода будет приходить к городу и обеспечит его необходимыми объемами воды [3].

Было предложено несколько вариантов строительства водного канала (Старицкий, Шошинский и Дмитровский). От первых двух вариантов было решено отказаться из-за сложности геологических условий. Таким образом, был выбран Дмитровский вариант. Кроме того, проведенные экономические расчеты показывали, что себестоимость грузоперевозок водным

транспортом по первому и второму варианту была бы намного убыточнее, чем по выбранному проектировщиками.

В Дмитровском варианте трасса канала начиналась в месте впадения в Волгу реки Дубны и доходила до города Москвы в районе село Щукино.

Для обеспечения требуемого забора воды в канал предусматривалось строительство плотины на реке Волга у села Иваново. Уровень воды был поднят на 16 метров, что позволило также построить гидроэлектростанцию мощностью 30 МВт. Длина трассы канала должна была составить 128 км.

После окончательного утверждения Дмитровского направления Управление строительства приступило к изысканиям и проектированию, которые были выполнены в короткий срок. Было решено не привлекать зарубежных инженеров и специалистов.

В связи с большими затратами электроэнергии для подъема волжской воды на водораздел предусматривалось строительство восьми гидроэлектростанций.

Строительные работы на канале были начаты в конце 1932 года, а в мае 1937 года строительство было завершено.

Для такого масштабного строительства решено было использовать труд заключенных. За время строительства было выполнено 200 млн. м³ земляных работ, уложено порядка 29 млн. м³ бетона, а также смонтировано 37,5 тыс. т. металлических конструкций.

Основной объем земляных работ был выполнен при сооружении судоходно-водоводного и водопроводного каналов (66,6%) и при разработке котлованов под шлюзы (8,3%). Большие земляные работы были сделаны также при создании земляных плотин и устройстве пересечений с железными и шоссейными дорогами.

В первые два года средств механизации не хватало. Первые экскаваторы в количестве 26 штук появились на строительстве объекта только в начале 1934 года. Использовались полноповоротные паровые экскаваторы на гусеничном ходу полууниверсального типа марки ППГ-1,5. Объем ковша составлял 1,0 м³. В 1935 году на объекте строительства действовало уже 171 единица техника, что значительно расширило объемы земляных работ.

Земляные работы при строительстве канала велись круглый год, кроме наиболее ответственных насыпей, плотин и дамб. Зимой грунт разрыхлялся с помощью взрывов.

По требованиям проекта строители осуществляли сортировку грунта с учетом его фильтрационных свойств, влажности и степени устойчивости на сдвиг. После исследования свойств грунтов и признания их годными производились работы по возведению насыпей. Грунты в насыпях плотин, дамб и других возводимых сооружений тщательным образом уплотняли.

Примерно 160 сооружений на канале имени Москвы было возведено из бетона и железобетона. Наиболее крупными сооружениями, в которые уложено примерно 70% всего бетона, являются шлюзы, плотины, насосные станции и гидроэлектростанции. Дольше других производилась укладка бетона на Ивановской плотине.

При возведении гидротехнических сооружений высокие требования предъявляются к качеству бетона. Бетон этих сооружений должен быть в обязательном порядке водонепроницаемым, морозоустойчивым и химически стойким. Это гарантирует долговечность возводимых сооружений. По этой причине бетонные работы на строительстве канала имени Москвы строго контролировались.

Большая часть строительных материалов была доставлена по железным дорогам, и только небольшое количество с помощью водного транспорта. Было построено более 200 км железнодорожных путей.

В составе канала различные гидротехнические сооружения (плотины, шлюзы, насосные станции и т.д.) представляли собой систему сложнейших механизмов с большим количеством конструкций и изделий [4-5]. Для технического сооружения канала были привлечены крупнейшие промышленные предприятия страны.

Самого широкого размаха при строительстве канала достигали работы по монтажу металлических конструкций и механизмов. Объем их монтажа составил 37,5 тыс. т.

Стоит сказать пару слов и об архитектуре сооружений канала. При их оформлении архитекторы учитывали образцы архитектурных форм классического советского периода.

Для внешней облицовки различных гидротехнических сооружений широко использовали мрамор, а также гранит разных цветов. Здания насосных станций получили архитектурное выражение легкости.

Была широко распространена архитектура малых форм на таких сооружениях, как заградительные ворота, переправы, дюкеры и т.д. Это оживляло однообразную в некоторых местах линию берегов канала.

В заключении хочется сказать, что строительство канала имени Москвы было по тем временам весьма сложной, но необходимой задачей, благодаря которой сегодня столица не ощущает проблем с водоснабжением и позволяет в дальнейшем расширять свои границы, возводя большое количество нового жилого фонда.

Библиографический список

1. Белецкий Б.Ф. Технология и механизация строительного производства. – Ростов-на-Дону. Издательство Феникс. 2004. – 752 с.
2. Орлов Е.В. Инженерные системы зданий и сооружений: Водоснабжение и водоотведение. – М. Издательство Ассоциации строительных вузов. 2017. – 218 с.
3. Николадзе Г.И., Сомов М.А. Водоснабжение. – М.: Стройиздат, 1995. – 688 с.
4. Орлов Е.В. Водо- и ресурсосбережение. Жилые здания коттеджных и дачных поселков // Технологии мира. 2012. № 10. С. 35-41.
5. Исаев В.Н., Чухин В.А., Герасименко А.В. Ресурсосбережение в системе хозяйственно-питьевого водопровода // Сантехника. 2011. № 3. С. 14-17.

СЕКЦИЯ МЕХАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

МОДЕРНИЗАЦИЯ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ЭКСКАВАТОРА

*Зотов О.А., студент 5 курса 11 группы ИИЭСМ,
Гоева Е.М., студентка 3 курса 43 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Густов Д.Ю., доц., к.т.н.*

Модернизация строительной техники в целом или её отдельных элементов является актуальной задачей, решением которой занимаются все мировые производители, такие как Hitachi, Caterpillar, JCB и др. С развитием технологий доступно больше путей улучшения существующего оборудования или создания чего-то принципиально нового.

Одним из способов модернизации оборудования, являющихся целесообразным с экономической и технологической точек зрения, является модернизация металлоконструкции рабочего оборудования экскаватора.

Учитывая, что экскаватор является одной из самых распространенных и задействованных машин для производства земляных работ, модернизация его рабочего оборудования представляется более важной. При этом необходимо учитывать то, что, несмотря на то, что основным видом рабочего органа является обратная лопата, экскаватор может работать с различными видами сменного оборудования, такими как: грейфер, гидромолот, гидроножницы и бетоноломы, фрезерное и др. оборудование. Поэтому при разработке конструкции стрелы и рукояти экскаватора необходимо учитывать весь спектр нагрузок, которые могут возникать, при использовании разных видов сменного рабочего оборудования. Это особенно важно для рабочего оборудования ударного действия [1], эффект от воздействия которого на конструкцию особенно серьезен.

При этом указанное более актуально для экскаваторов малых масс. Для экскаваторов с массами порядка 30 тонн и более, которые чаще всего используются для массовой экскавации грунта ковшем обратной лопаты, модернизируемые стрела и рукоять могут рассчитываться преимущественно на одну преобладающую схему нагружения.

Модернизация рабочего оборудования может быть направлена на решение нескольких частных задач: увеличение/расширение зоны работы машины; расширение перечня сменного оборудования, используемого с применением универсальных быстросъемных устройств; уменьшение затрат на обслуживание; снижение массы оборудования и многое другое.

Различные варианты модернизации, предлагаемые проанализированными патентами [2-4] в основном направлены на усложнение конструкции, которые изменяют функциональные возможности машины. Работы, упрощающие конструкцию, открыто не публикуются и используются изготовителями как ноу-хау.

С учетом вышеотмеченного нами было принято решение о рассмотрении варианта модернизации машины с целью упрощения конструкции, что обеспечивается снижением массы оборудования.

За основу принят концепт концепт-вариант экскаватора, предложенный фирмой Volvo [1] (см. рис. 1). Компания предлагает перейти от балочной стрелы и рукояти коробчатого сечения к псевдоферме (балочной коробчатой конструкции с обличениями/разгрузками). По анализу открытых источников указанное является единственным оригинальным вариантом уменьшения массы металлоконструкции без изменения её геометрических характеристик.



Рис 1. Концепт-вариант рабочего оборудования Volvo.

Проведенный анализ рабочего оборудования показал, что данный вариант может дать существенный выигрыш по массе

К переходу к псевдоферме необходимо учитывать, все нагрузки, действующие на стрелу и рукоять, при этом их модернизация по предложенной схеме будет происходить с разной эффективностью.

Модернизация рукояти в случае перехода от коробчатой рукояти к псевдоферменной не испытает серьезных сложностей так как рукоять практически всегда испытывает все нагрузки за исключением скручивания - кручения рукояти вокруг продольной оси. Скручивание возможно только в случаях копания одной стороной ковша и резкого торможения экскаватора при повороте при условии, что ковш расположен перпендикулярно к рукояти. Однако, возникающие при этом скручивание незначительно и не приводит к критическому деформированию псевдофермы.

В случае со стрелой ситуация усложняется большими плечами действия сил инерции при торможении на повороте. Совместная масса рукояти и ковша с грунтом расположена на значительном удалении от оси скручивания стрелы и возникающие крутящие моменты не могут быть восприняты псевдофермой стрелы без дополнительного усиления металлоконструкции. Последнее может существенно утяжелить стрелу и нивелировать массовый эффект от проведенной модернизации.

При этом следует отметить, что проблемы скручивания металлоконструкции стрелы будет проявляться либо только в головной части стрелы или по всей длине. Указанное будет зависеть от числа гидроцилиндров подъема-опускания стрелы. В случае если указанное осуществляется спаренными гидроцилиндрами, то можно считать, что крутящий момент практически полностью будет восприниматься парой гидроцилиндров, и корневая часть стрелы не будет испытывать скручивания. При наличии одного гидроцилиндра подобное не произойдет, и стрела будет скручиваться полностью.

С учетом отмеченного подобная модернизация рабочего оборудования требует детального моделирования в CAD/CAE продуктах [6], и, возможно, формирование отдельных рекомендаций по подбору материала.

Первоначальное оценочное моделирование было направлено на изменение конструкции рукояти. За основу были приняты параметры гидравлического одноковшового экскаватора фирмы Hitachi ZX270.

Моделирование велось в среде T-Flex (учебная версия компании ЗАО «Топ Системы»). Полученная конструкция представлена рис. 2.

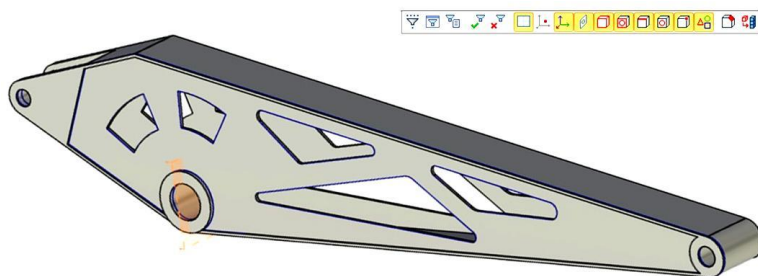


Рис 2. Облегченная CAD-модель рукояти

Для полученной конструкции был проведен статический расчёт, предварительно нагруженной усредненным значением массы ковша и его гидроцилиндра. Результаты расчета показаны на рис. 3.

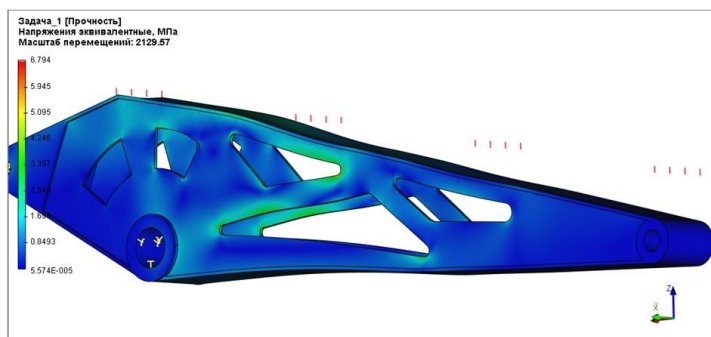


Рис 3. Напряжения и деформация рукояти

Из рис. 3 следует, что первоначальная модель имеет в целом незначительный напряжения, что позволяет дальнейшее развитие перехода рабочего оборудования к псевдоферме. Следующий шаг – проверка прочность детали при копании ковшом и рукоятью. Для упрочнения слабых участков детали и уменьшения её деформации можно использовать ребра жёсткости.

Полученные результаты показывают на целесообразность дальнейшего более детального моделирования стрелы–рукояти с целью оптимизации массово-геометрических характеристик. По завершении конструкторской проработки необходима оценка технологичности производства и определение экономического эффекта при применении экскаватора в комплекте с различной сопутствующей техникой [7] и в различных условиях эксплуатации.

Библиографический список

1. Густов Д. Ю., Якушев С. Е. Влияние работы гидромолота на динамику одноковшового экскаватора // Автоматизация и современные технологии. 2007. № 6. С. 18-19.
2. Рабочее оборудование одноковшового гидравлического экскаватора : пат. РФ № 2007515, а.с. СССР N 1263758, МПК E02F3/38. 1986. / Оренбойм Б.Д., Салтан С.С.
3. Рабочее оборудование гидравлического экскаватора: пат. РФ № 2130528, МПК E02F3/40. 1999 // Гаврилов Ю.М., Курилов Е.В., Гринев Е.В.
4. Рабочее оборудование гидравлического экскаватора: пат. РФ № 2049861 МПК E02F3/28. 1995// Шаволов А.С., Алимов С.И.
5. <https://www.youtube.com/watch?v=nQ183Dq2sts> (дата обращения 01.02.2017)
6. Кудрявцев Е.М. Системы автоматизированного проектирования машин и оборудования // Механизация строительства. 2014. № 2. с. 12-18.
7. Кудрявцев Е.М., Густов Д.Ю. Определение производительности одноковшового экскаватора с оборудованием обратная лопата // Научно-технический журнал Вестник МГСУ. 2010. №4. Т.1. С. 101-107.

МОДЕРНИЗАЦИЯ БЕГУНОВ СМ 685 ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ И ПЕРЕМЕШИВАНИЯ МАССЫ

*Ильичев И.А., студент 4 курса 12 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Шаранов Р. Р., проф., д.т.н.*

Производство силикатного кирпича является базовой отраслью отечественного строительства. Одним из основных видов оборудования, отвечающих за качество получаемого продукта, являются бегуны. Поэтому целью данной статьи является модернизация бегунов СМ 685 для повышения их производительности с дальнейшим повышением эффективности измельчения масс с одновременным снижением массы и габаритов бегунов [1-3].

Бегуны СМ 685 предназначены для производства строительной керамики, в частности к глиноперерабатывающему оборудованию для производства силикатного кирпича, и предназначено для измельчения и доведения до однородного состояния глиняной массы.

На рис. 1 представлена схема производства кирпича [4], где применяются бегуны СМ 685 для измельчения и перемешивания сырой массы (песка и извести).

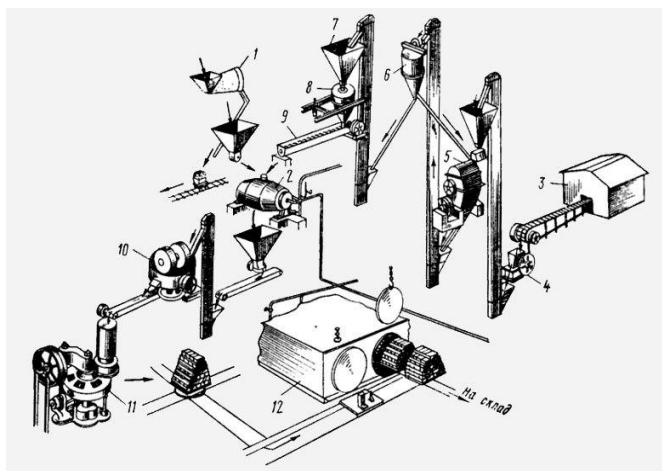


Рис. 1. Схема производства кирпича:

1 – барабанный грохот; 2 – гасильный барабан; 3 – склад извести; 4 – дробилка; 5 – мельница; 6 – сепаратор; 7 – бункер молотой извести; 8 – весы; 9 – шнек; 10 – бегуны СМ 685; 11 – прессование кирпича; 12 – твердения кирпича

Перед разбором сущности изобретения рассмотрим схему и принцип работы бегунов СМ 685.

Бегуны (рис. 2) [5] содержат чашу 1, состоящую из решетки 2 и боковины 3, являющиеся ободом шкива клиноременной передачи 4 привода

вращения чаши. Решетка 2 образована длинномерной пластиной 5, свернутой по спирали с зазором между витками и зафиксированной в таком состоянии радиальными штырями 6 и ступицей 7. Боковина 3 чаши с канавками для клиновых ремней привода ее вращения прикреплена с помощью крепежных элементов 8 к ступице 7 решетки 2. Чаша с помощью подшипникового узла 9 смонтирована на вертикальной опоре 10, соосно которой установлена вертикальная ось 11 крестовины 12. Крестовина 12 имеет возможность свободного вращения относительно оси 11 и несет на своих полуосях свободно установленные катки 13. Катки 13 прижаты к решетке 2 чаши кольцевым элементом 14, прикрепленным к внутренней стороне кожуха 15, который подпружинен пружинами 16 к станине 17 бегунов. На цилиндрической поверхности катков выполнен винтовой паз 18. К крестовине 12 прикреплены скребки 19, подающие материал под плоскости катков, а к станине, с обратной стороны рабочей поверхности чаши скребки 20, считающие измельченный материал со дна решетки [5].

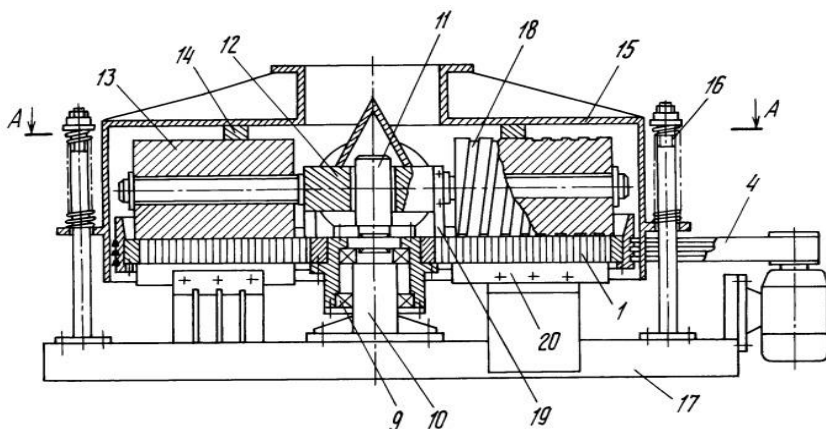


Рис. 2. Общий вид бегунов СМ-685

Для этого в бегунах, содержащих чашу с приводом ее вращения, вращающиеся вокруг своих осей катки с механизмом прижатия их к днищу чаши, днище чаши выполнено в виде решетки, образованной одной или несколькими разнесенными между собой длинномерными пластинами, свернутыми по спирали с зазором между витками и зафиксированными в таком состоянии связующими элементами, например, радиальными штырями. Уменьшение массы катков происходит благодаря винтового пазу, выполненного по его цилиндрической поверхности, из-за чего уменьшается площадь позволяет увеличить удельное давления. При этом при вращении катка винтовой паз срабатывает как шнек, способствуя более равномерному распределению массы, а следовательно, и более эффективной ее переработке [5].

Заключение.

Благодаря данной модернизации глина приобретает необходимую для качественного изготовления изделий степень измельчения, при этом расход энергии на единицу массы перерабатываемого материала значительно ниже, чем в конструкциях известных бегунов, что позволяет снизить мощность двигателя, а следовательно, снижая затраты на электричество. А также позволяет изменить коническую передачу на клиноременную, которая приводит во вращение чашу 1 с решеткой 2. Вследствие того, что катки прижаты к вращающейся решетке и свободно смонтированы на полуосях крестовины 12, которая передает вращательное движение каткам, и они перекатываются по измельчаемому материалу.

Библиографический список

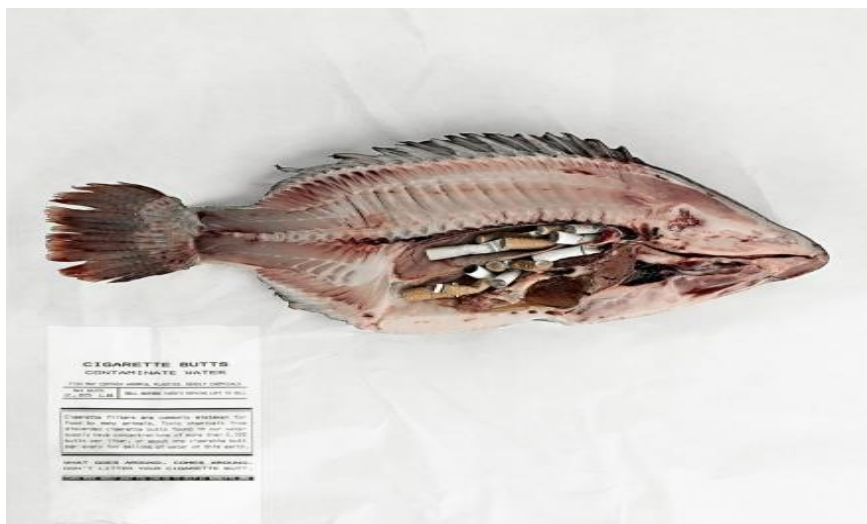
1. Sharapov R.R., Shrubchenko I.V., Agarkov A.M. Determination of the optimal parameters of the equipment to obtain fine powders // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. Т. 10. № 12. С. 31341-31348.
2. Шарапов Р.Р., Шаптала В.Г., Алфимова Н.И. Прогнозирование дисперсных характеристик высокодисперсных цементов // Строительные материалы. 2007. № 8. С. 24-25.
3. Агарков А.М., Шарапов Р.Р., Прокопенко В.С. Анализ гидравлического сопротивления концентратора // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 3. С. 87-90.
4. Сайт «Димдом» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dimdom.ru/silikatnyj-kirpich-cto-eto-takoe.html>, свободный.
5. Сайт библиотека патентов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/203/2036008.html>, свободный.

ВТОРИЧНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Панова Ю.Е., студентка 2 курса ИИЭСМ

Научный руководитель – Севрюгина Н.С., доц., к.т.н.

С каждым годом потребление ресурсов увеличивается. Рост городов и мегаполисов грозит глобальной проблемой утилизации мусора. Свалок на земле становится все больше, обширное захламление грозит экологической катастрофой. Поэтому такое большое значение приобретает экономия природных ресурсов, поиски альтернативных ресурсов, вторичная переработка сырья, повторное использование отходов. Решение проблемы – ресайклинг.



На сегодняшний день проблема стоит очень актуально. Ещё каких-то полвека назад вопрос не стоял так остро. Наша планета нуждается в помощи. Сотни гектаров земли страдают от свалок и полигонов. Загрязнение окружающей среды представляет собой глобальную проблему современности, которую регулярно обсуждают в новостях и научных кругах. Создано множество международных организаций, борющихся с ухудшением природных условий. Учёные давно бьют тревогу о неминуемости экологической катастрофы в самое ближайшее время.

Каждую минуту в мире используется миллион пластиковых пакетов, и ни один из них ещё не разложился. Пакеты загрязняют почву и воду, а некоторые животные даже принимают их за еду и погибают.

Подход к сбору мусора в России намного отличается от европейских методов. За рубежом принято расформировывать мусор в соответствии с типом отходов. Так намного проще производить повторную переработку

мусора. В России же утилизация заканчивается на вывозе разного рода отходов на свалку. Огромные сотни гектаров загрязненной земли становятся непригодны для жизни и источают вредоносные запахи. Мы очень далеки от решения проблемы.

В России перерабатывается около 3% от всего мусора! Для примера в Европе перерабатывают 40% мусора. Самые лучшие показатели по переработке отходов в Европе сейчас у Швейцарии более 80% мусора, Германии порядка 70%, Нидерландов около 70%, Швеции порядка 60%. В этих странах свалки уничтожены [5].

Всего в России в настоящий момент действует более 1000 полигонов для отходов, 15 тыс. санкционированных свалок, 17 тыс. несанкционированных свалок и 13 тыс. несанкционированных мест размещения мусора. Переработкой занимаются 40 мусоросжигательных и 243 мусороперерабатывающих завода, а сортируют мусор 53 комплекса. По данным Счетной палаты, количество таких предприятий надо утроить.

Указанная Счетной палатой площадь свалок (4 млн. гектаров) примерно равна территории Нидерландов или Швейцарии, вдвое больше Израиля или Словении и в четыре раза превосходит площадь Кипра.

В СССР утилизации придавалось большое значение. Были разработаны унифицированные бутылки для молока, прохладительных напитков, по всей стране существовали пункты сбора стеклотары. Для сбора макулатуры и металлолома привлекались школьники и члены пионерской организации. Был налажен жёсткий учёт драгметаллов, применяемых в промышленности, в частности, в электронике.

Следует упомянуть о том, что при советской власти во всех дворах также находился контейнер с пищевыми отходами, которые впоследствии отправляли в ближайшие совхозы.

Известно четыре основных подхода к ТБО: захоронение, сжигание, ресайклинг и компостирование, совмещённое со сбраживанием. **Ресайклинг** называют рационализированную систему сбора и переработки компонентов ТБО в продукты, имеющие потребительскую стоимость.

Технологически процесс ресайклинга начинается с отдельного сбора и идентификации отходов, пригодных для повторной переработки. Затем следует сортировка по типу сырья. Пищевые отходы, древесина, листва – все, что способно перегнивать, идет на компостирование или опять-таки в переработку. Захороняемый или сжигаемый остаток при этом составляет не более 30-40 % от общей массы ТБО. Но и этот несортированный мусор, как показывает опыт многих организаций в России, после отделения металлов можно измельчать и перерабатывать в экологические стройматериалы.

Переработка экономически целесообразна до тех пор, пока сумма прибыли от вторсырья и затрат на устранение является более высокой, чем затраты на ресайклинг. Расчёты вариантов с вторичным использованием по стеклу, пластику, бумаге и картону, а также данные зарубежного опыта, однозначно свидетельствуют: переработка компонентов бытовых отходов в

российских условиях способна приносить прибыль, а главное – не чревата загрязнением окружающей среды. Затраты же на организацию сбора и переработку мусора несопоставимы с затратами на печь сжигания и сопутствующие ей системы очистки-нейтрализации.

Из всех компонентов ТБО особенно выгодной считается переработка стекло боя и бросового стекла. При условии надежной сортировки и подготовки вторичный пластик может использоваться в производстве высокотехнологичных изделий, таких как автодетали и химволокно. Для бумаги и картона существуют простые и экономичные способы утилизации с учётом спроса рынка.

Чтобы повсеместно запустить мусоропереработку, необходимо создать нормативно-правовую базу, которая законодательно закрепила бы приоритет вторичного использования перед другими, не столь экологичными и затратными способами обращения с отходами. Организацию отдельного сбора ТБО важнее всего начать с делового сектора города – с рынков, магазинов, учреждений и типографий.

К примеру, так, за 2017 финансовый год ИКЕА Дыбенко сдала на переработку 68% отходов, ИКЕА Парнас – 74%. Пищевые отходы фирмы ИКЕА утилизирует отдельно от ТБО. Каждый раз перед вывозом отходы взвешиваются. Отдел ИКЕА Фуд, который курирует в том числе пищевые отходы, оптимизирует процессы, чтобы утилизировалось как можно меньше продуктов: они определяют размеры порции и тарелок, делают правильную выкладку продуктов. Сейчас в месяц ИКЕА Парнас и Дыбенко вывозят около 5700 кг пищевых отходов из ресторанов для сотрудников и посетителей. В компании прорабатывают разные варианты обращения с пищевыми отходами, включая отправление их на корм животным и компостирование. Как только решение будет найдено, обещали сообщить [3, 4].

Необходимо кардинально переосмыслить стратегию в обращении с бытовыми отходами и перейти от затратных к более экономичным методам, больше работать над причинами, а не над последствиями ущерба для окружающей среды.

Библиографический список

1. Белокрылова Е.А. Правовое обеспечение экологической безопасности, 2014
2. <http://www.greenpeace.org>
3. <http://www.imorganic.ru>
4. <http://www.ikea.com>
5. <http://www.accbud.ua>
6. <http://www.recyclers.ru>

ИСПЫТАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО И ГИДРОИМПУЛЬСНОГО ГАЙКОВЁРТА НА ВИБРАЦИЮ

*Роговченко С.П., студент 5 курса 11 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Дроздов А.Н., проф., к.т.н.*

1. Условия испытаний

1.1 Общие положения

Для испытаний используют новую, смазанную ручную машину, обеспеченную соответствующим техническим уходом.

Ручные машины с гидравлическим приводом до начала проведения измерений прогревают в течение 10 мин. Пневматические машины прогрева не требуют.

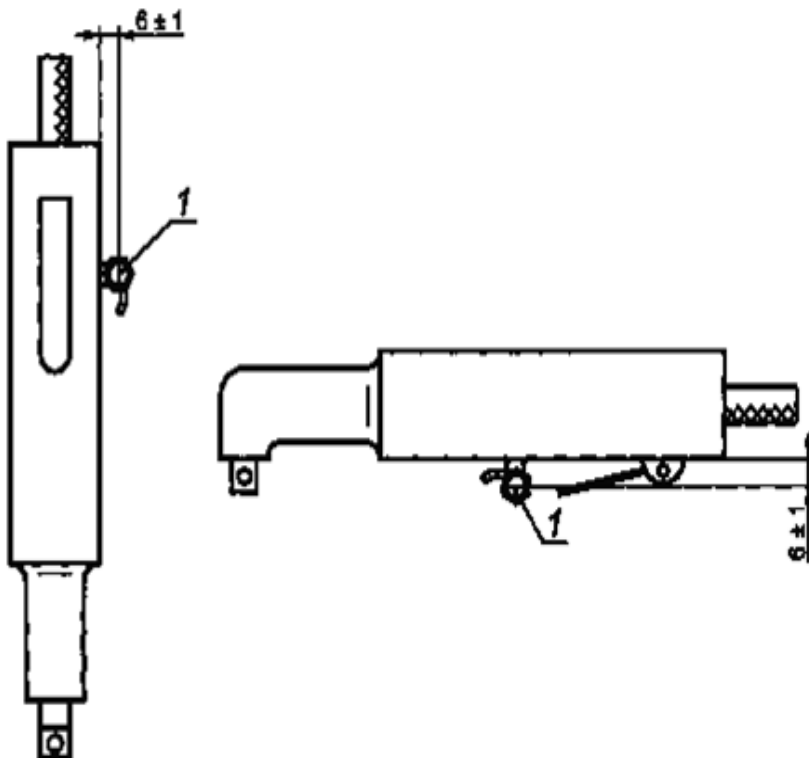


Рис. 1. Ручная машина с рукояткой прямого типа, параллельной оси двигателя (выходной вал может быть параллелен валу двигателя или находиться под углом к нему); 1 – датчик вибрации.

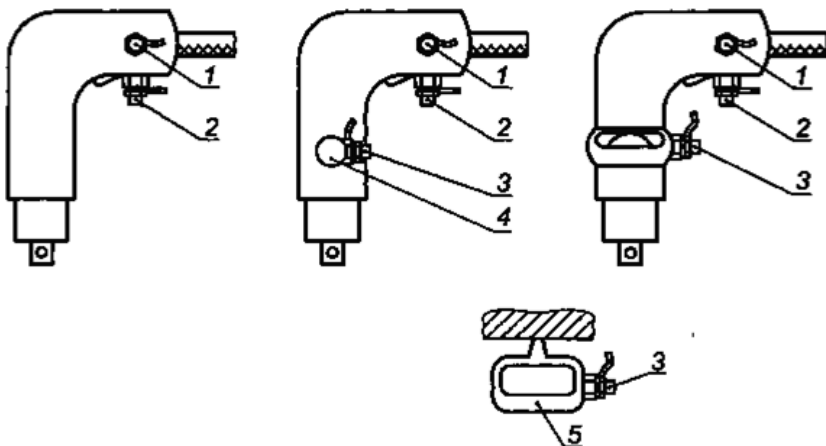


Рис. 2. Ручная машина с рукояткой пистолетного типа (поддерживающая рукоятка может присутствовать или отсутствовать; выходной вал может быть параллелен валу двигателя или находиться под углом к нему):

1 – датчик 1; 2 – датчик 2; 3 – датчик 3; 4 – поддерживающая рукоятка прямого типа; 5 – поддерживающая рукоятка лучкового типа.

Направления измерений и примеры размещения датчика вибрации.

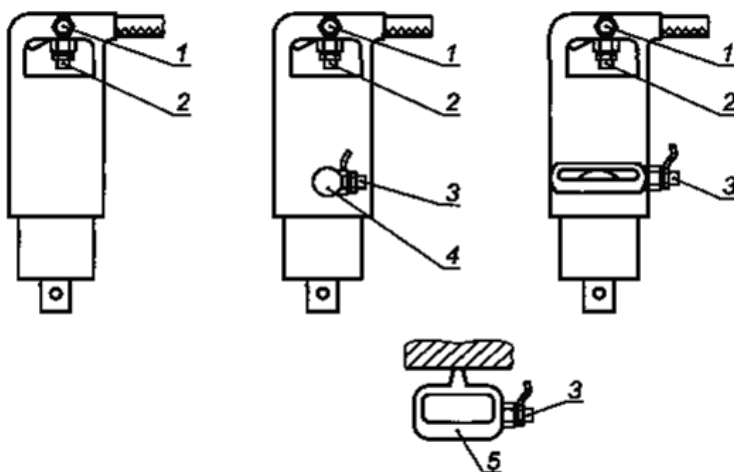


Рис. 3. Ручная машина с рукояткой лучкового типа (поддерживающая рукоятка может присутствовать или отсутствовать; выходной вал может быть параллелен валу двигателя или находиться под углом к нему):

1 – датчик 1; 2 – датчик 2; 3 – датчик 3; 4 – поддерживающая рукоятка прямого типа; 5 – поддерживающая рукоятка лучкового типа.

В процессе испытания ручная машина должна работать в номинальных условиях питания в соответствии с требованиями, определенными изготовителем. Для пневматических машин воздух подают по шлангу длиной не менее 2 м, подсоединенному к ручной машине через резьбовой переходник и закрепленному зажимом. Применение приспособлений для быстрого соединения не допускается. Работа ручной машины должна быть стабильной и плавной.

В процессе испытаний устройство нагружения устанавливают так, чтобы оператор мог работать в комфортных условиях (выпрямившись или почти выпрямившись), а выходной вал ручной машины был расположен вертикально. Положение руки и запястья – в соответствии с рис. 4-6 (независимо от типа испытываемой ручной машины).

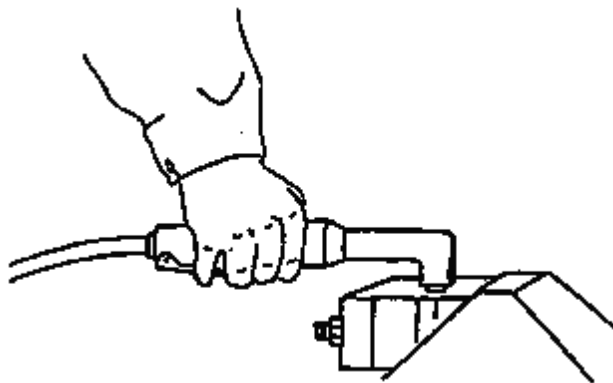


Рис. 4. Угловая ручная машина с прямой рукояткой (см. рис. 3, справа) (рука оператора расположена в плоскости двигателя и выходного вала перпендикулярно к рукоятке).

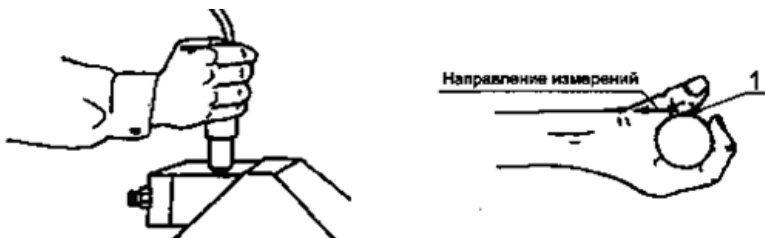


Рис. 5. Прямая ручная машина с прямой рукояткой (см. рис. 3, слева) (рука оператора расположена горизонтально и перпендикулярно к рукоятке; измерительная ось датчика вибрации параллельна предплечью оператора). Датчик (расположен за большим пальцем кисти руки).

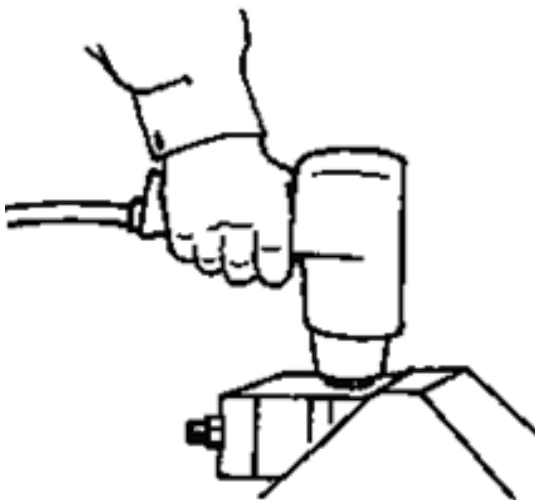


Рис. 6. Ручная машина с рукояткой пистолетного типа, без поддерживающей рукоятки (см. рис. 3, слева) и хвостовиком размером до 10 мм включительно (оператор удерживает ручную машину одной рукой).

Рабочие позы оператора.

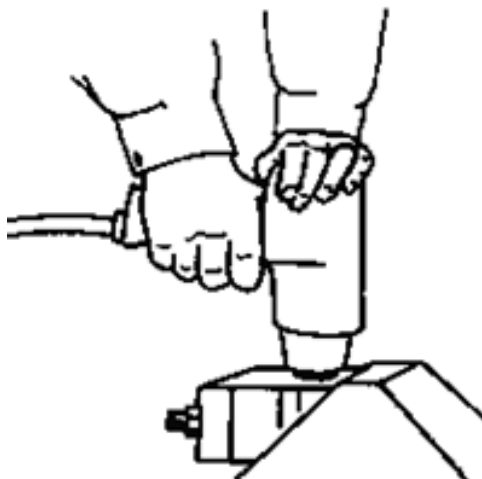


Рис. 7. Ручная машина с рукояткой пистолетного или лучкового типа, без поддерживающей рукоятки (см. рис. 3, слева) и хвостовиком размером свыше 10 мм (оператор выполняет задание с использованием обеих рук).

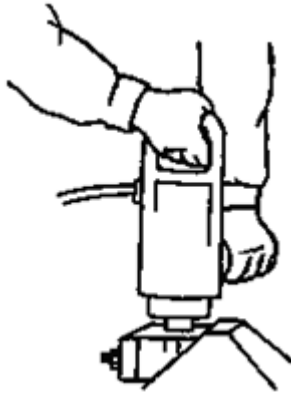


Рис. 8. Ручная машина с основной и поддерживающей рукоятками (см. рис. 3, в центре и справа) (рука оператора на поддерживающей рукоятке, насколько возможно, параллельна оси двигателя).

1.2. Нагрузка

1.2.1. Общие положения

В процессе испытаний для нагружения ручной машины используют специальное устройство торможения, позволяющее получить стабильную частоту вращения выходного вала, равную $(0,15 \pm 0,05) \text{ с}^{-1}$

1.2.2. Устройство торможения

Устройство торможения состоит из:

- стального основания, в котором устанавливаю внутренний блок торможения;
- двух блоков торможения из фенопласта, которые замедляют вращение муфты с гнездом;
- стальной пластины для закрепления внешнего блока торможения;
- двух стальных накладок;
- муфты с гнездом, приводимой во вращение валом ручной машины;
- болтов с нажимными пружинами и гаек, обеспечивающих необходимое прижатие муфты к блоку торможения;
- крепежных винтов для предотвращения перемещений муфты в осевом направлении.

Нажимные пружины устанавливают так, чтобы обеспечивать постоянное давление в области контакта; для этого они должны быть сжаты примерно до половины своей длины при достижении выходным валом ручной машины заданной скорости вращения.

Поверхность контакта муфты с блоком торможения должна быть смазана, например, тонким слоем консистентной смазки, загущенной медным мылом. При необходимости обеспечить более высокий коэффициент трения на поверхность контакта можно нанести трансмиссионное масло с противозадирными присадками.

Для дополнительного воздушного охлаждения трущихся поверхностей просверливают небольшие отверстия в нижней накладке.

Устройство торможения после его установки не должно иметь существенных резонансов, способных оказать влияние на результат испытаний. С этой целью стальное основание можно жестко закрепить болтами на бетонном блоке массой не менее 400 кг.

1.2.3. Определение размеров муфты и блока торможения

Помимо обеспечения приложения тормозящего момента к валу ручной машины, устройство торможения должно также имитировать реальную инерционную нагрузку на вал, для чего для конкретной ручной машины подбирают соответствующие размеры муфты.

а) «Устройство торможения малое» - для ручных машин с размером хвостовика 6,3; 10, 12,5 и 16 мм;

б) «Устройство торможения большое» – для ручных машин с размером хвостовика 20; 25 и 40 мм.

Для других ручных машин может потребоваться применение муфты и блока торможения других размеров. Следует рассмотреть возможность применения специального адаптера между выходным валом и гнездом муфты стандартной формы. В этом случае применяемый адаптер должен иметь максимально малые размеры (т.е. размер гнезда должен в наибольшей степени соответствовать размерам выступа хвостовика). Допуски на размеры гнезда квадратной формы приведены в таблице 1.

Таблица 1

**Допуски на размеры гнезда муфты устройства торможения
в миллиметрах**

Номинальный размер гнезда	Допуск	
	минимальный	максимальный
6,3	+ 0,03	+ 0,15
10	+ 0,03	+ 0,18
12,5	+ 0,04	+ 0,24
16	+ 0,04	+ 0,30
20	+ 0,05	+ 0,36
25	+ 0,06	+ 0,46
40	+ 0,08	+ 0,58

1.3. Режим работы

При испытаниях ручная машина должна развивать максимальную мощность при вращении выходного вала по часовой стрелке (или, если конструкция ручной машины допускает только такое движение, против часовой стрелки). Устройство торможения должно быть отрегулировано так, чтобы обеспечить скорость вращения муфты $(0,15 \pm 0,05) \text{ с}^{-1}$.

Если ручная машина имеет устройство регулировки момента вращения, измерения проводят в положении этого устройства, позволяющем развивать максимальный момент вращения.

Некоторые ручные машины перед проведением серии испытаний необходимо прогреть.

Для поддержания постоянной рабочей температуры и момента вращения гидравлических импульсных машин время между окончанием прогрева и началом первой серии измерений, а также между последующими сериями должно быть не менее 5 с и не более 60 с.

Ось выходного вала ручной машины должна совпадать с осью муфты устройства торможения. Это может потребовать специальной тренировки оператора перед началом проведения измерений.

1.4. Сила нажатия

В процессе испытания оператор прикладывает к ручной машине силу нажатия в пределах + 50 % веса ручной машины. Силу нажатия можно контролировать по показаниям весов, на которых стоит оператор. Приложенная сила нажатия должна обеспечивать стабильную работу ручной машины во время испытания.

Если конструкцией ручной машины предусмотрен автоматический пуск при превышении заданного значения силы нажатия, то сила нажатия должна быть такой, чтобы обеспечить работу машины в соответствии с рекомендациями изготовителя.

2. Метод измерений и оценка достоверности полученных результатов

2.1. Система питания

Давление в системе питания ручной машины измеряют и поддерживают в соответствии с рекомендациями изготовителя.

2.2. Метод испытаний

В испытании участвуют три опытных оператора, для каждого из которых проводят серию измерений с испытуемой ручной машиной. В процессе испытаний оператор удерживает ручную машину и работает с ней способом, типичным для ее нормального применения.

Испытания должны состоять не менее чем из пяти измерений при нагружении ручной машины устройством торможения. Время каждого измерения – не менее 4 с.

2.3. Достоверность результатов испытаний

Для каждого оператора измерения продолжают до тех пор, пока не будет получена достоверная серия измерений, т.е. пока коэффициент вариации, полученный для среднеквадратичного значения скорректированного виброускорения в пяти последовательных измерениях с участием одного оператора, не будет менее 0,15 или пока стандартное отклонение для этой серии не будет менее 0,30 м/с².

2.4. Коэффициент вариации

Коэффициент вариации C_v для серии испытаний определяют как отношение стандартного отклонения s_{n-1} для результатов измерений в этой серии к их среднеарифметическому \bar{x} :

$$C_v = \frac{s_{n-1}}{\bar{x}}$$

где

$$s_{n-1} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$
 – стандартное отклонение результатов измерений;

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$
 – среднеарифметическое значение результатов измерений;

x_i – результат i -го измерения;

n – число измерений.

2.5. Оценка результатов

Вычисляют среднеарифметическое значение для каждого положения датчика вибрации для каждого оператора. После этого для каждого положения датчика вибрации определяют общее среднеарифметическое значение по трем операторам. Максимальное из среднеарифметических значений по всем положениям датчика служит основой для заявления вибрационной характеристики ручной машины.

Заключение.

Проведение испытаний будут проходить на специальных стендах в НИУ МГСУ. Будут испытаны гайковёрты двух типов: механический, гидроимпульсный. По результатам испытаний будут проводиться дальнейшие исследования, целью которых будет выявление способов снижения воздействия вибрационных сил на рукоять ручных машин.

Библиографический список

1. КОМПАС-3D V8. Наиболее полное руководство. Учебное пособие. – Москва, 2006.
2. Дроздов А.Н. Степанов В.В. Электрические ударные гайковёрты. Динамика. – М., МГСУ, 2013.
3. Дроздов А.Н. Степанов В.В. Экспериментальное определение вибрационных характеристик ручных машин. Методические указания к проведению лабораторной работы. Учебное электронное издание – М., ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ», 2015, оформление IPR Media.

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОЧИСТКИ ОПАЛУБКИ ПОДДОНОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЖБИ

*Рогозин С.М., студент 4 курса 12 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Васильев В.Г., доц., к.т.н.*

Показатели качества изготавливаемых железобетонных изделий, такие как точность геометрических размеров, шероховатость поверхности, пористость и другие, во многом определяются чистотой опалубки, в которой производится формование изделий [1, 2]. Процесс чистка и смазки форм для предотвращения прилипания к ним бетонной смеси, требует больших трудозатрат и времени, поэтому на предприятиях стройиндустрии эти операции всячески механизуются и автоматизируются с применением различных специальных машин и оборудования [3, 4].

В настоящее время одним из наиболее эффективных механизированных способов очистки поддонов на предприятиях ЖБИ является чистка форм металлическими щётками большого диаметра. Однако, из-за большой жесткости ворса, щётки не позволяют эффективно очищать невысокие выступающие за плоскость поддона детали, включая вертикальные боковые поверхности. Кроме того, следует учитывать технические требования к точности установки щётки по высоте относительно зеркала поддона [5].

Целью данной статьи является разработка устройства вертикальной щётки для механизированной очистки боковых поверхностей опалубки поддонов, которая позволит увеличить производительность технологической линии, повысить качество железобетонных изделий и улучшить условия эксплуатации форм.

Патентный поиск устройств для очистки поддонов при производстве ЖБИ [6-8] показал, что в рассмотренных патентах не предполагалась очистка боковых поверхностей формы механизированным способом.

В данной работе предлагается существенно сократить время очистки поддонов, совместив процесс очистки горизонтальной поверхности поддона цилиндрической щёткой стационарного устройства, используемого на заводе ЖБИ, с процессом очистки продольных бортов опалубки поддона с помощью устройства разрабатываемой вертикальной щётки. При эксплуатации такой щётки вследствие упругости ворса удастся очистить места, не доступные другим типам щёток, что обеспечит оптимальное качество очищаемой поверхности.

Установка для очистки опалубки поддонов (рис.1) состоит из сварной рамы в виде портала (1), на котором установлены одна горизонтальная (2) и одна вертикальная щётки (3) с индивидуальными приводами.

Назначение горизонтальной щётки – чистка поверхности зеркала поддона. По мере износа ворса горизонтальной щётки производится регулировка ее положения относительно поверхности поддона. Назначение вер-

тикальной щётки – чистка внутренней боковой поверхности продольных бортов опалубки. Для предупреждения попадания бетонной крошки на следующий пост (пост смазки) к раме установки крепится резиновый фартук (5).

Установка для очистки поддонов устанавливается на посту чистки поперечно конвейеру. Щётки вращаются в момент движения поддонов, причем их вращение осуществляется навстречу движению поддонов.

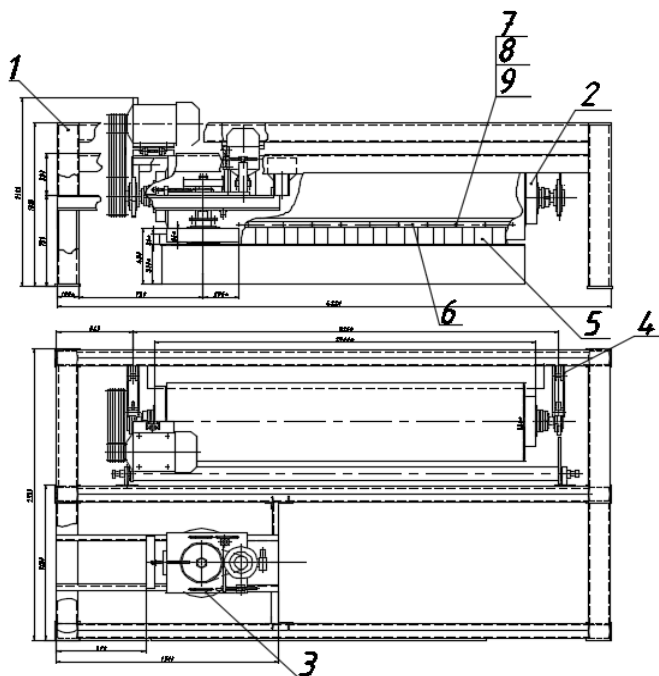


Рис.1. Устройство для очистки опалубки поддонов:

- 1 – рама; 2 – щетка горизонтальная; 3 – щетка вертикальная; 4 – кронштейн;
5 – фартук; 6 – планка; 7 – болт; 8 – гайка; 9 – шайба.

Для осуществления модернизации установки необходимо выбрать конструктивные параметры и характеристики устройства механизма очистки поддонов вертикальной щётки, подобрать электродвигатель и провести кинематический расчет привода вращения щётки, произвести расчеты на прочность основных деталей механизма подачи рабочего органа [9,10].

На рис.2 представлена конструкция вертикальной щетки. В качестве материала для щетки использовалась проволока из высоколегированной стали марки 12Х18Н9 [11].

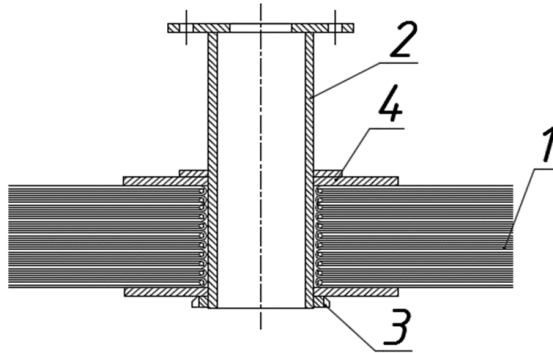


Рис.2. Конструкция вертикальной щетки:
1 – щетка; 2 – корпус; 3 – гайка; 4 – шайба.

Частота вращения щетки определялась по следующей формуле [12]:

$$n_{щ} = \frac{v \cdot 6000 D}{\pi \cdot D_{\omega}} = \frac{6,5 \cdot 6000 D}{3,14 \cdot 65 D} = 250 \text{ об/мин}, \quad (1)$$

где v – скорость вращения щетки, м/с;

$D_{щ}$ – диаметр щетки, мм;

Частота вращения вала электродвигателя определялась по следующей формуле:

$$n_{дв} = n_{щ} \times U_{общ\ ср} = 250 \times 3 = 750 \text{ об/мин.}, \quad (2)$$

где $n_{щ}$ – частота вращения щетки, об/мин;

$U_{общ\ ср}$ – общее передаточное число.

Потребляемая мощность электродвигателя приводного вала определялась по следующей формуле [13]:

$$P_{потр.\ дв2} = P_2 = P_{В2}: \eta_{общ2} = 3,0:0,95 = 3,1 \text{ кВт}, \quad (3)$$

где $P_{В2}$ – мощность двигателя, кВт;

$\eta_{общ2}$ – коэффициент полезного действия приводного вала.

В качестве двигателя был выбран электродвигатель 4А112МА6У3 [14].

Ниже приведены технические характеристики установки для очистки поддонов с данными по разрабатываемой вертикальной щеткой.

Техническая характеристика установки для очистки поддонов.

Привод вертикальной щётки

Двигатель, тип:

4А112 МА 6У3

мощность, кВт

7.5

частота вращения, об/мин

750

Передаточное отношение клиноременной передачи:	3
Частота вращения щётки, об/мин.	250
Диаметр щётки, мм	650
Привод горизонтальной щётки	
Двигатель, тип:	4AM200MBУЗ
мощность, кВт :	18,5
частота вращения, об/мин	750
Передаточное отношение клиноременной передачи:	3
Частота вращения щётки, об/мин.	250
Диаметр щётки, мм:	550
Производительность, поддонов/час	не менее 12
Общая установленная мощность, кВт	30
Габаритные размеры, мм	
длина	2355
ширина	4220
высота	1500

Совершенствование процесса очистки вертикальной поверхности поддонов позволит значительно улучшить технические показатели работы установки для очистки, исключит возможность использования ручного труда, обеспечит экономию фонда заработной платы, и, тем самым, положительно повлияет на экономические показатели производства в целом [15].

Библиографический список

1. Механическое оборудование и технологические комплексы: учеб. пособие. / С.М. Пуляев, М.А. Степанов, Б.А. Кайтуков и др. – М.: МГСУ, 2015. –= 480 с.
2. Основы расчёта машин и оборудования предприятий строительных материалов и изделий: учеб. для вузов. / Под ред. В.С. Богданова. – Старый Оскол: «ТНТ», 2013. - 679 с.
3. Руководство по эксплуатации стальных форм при изготовлении железобетонных изделий. – М.: Научно-исследовательский институт бетона и железобетона Госстроя, 1972.
4. ГОСТ 25781-83. Технические условия. Формы стальные для изготовления железобетонных изделий. – М.: Министерство строительного, дорожного и коммунального машиностроения; Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт бетона и железобетона (НИИЖБ) Госстроя СССР, 1983.
5. Машина для чистки поверхностей форм: пат. 1724476 Российская Федерация / Ю.И. Долинский, Н.Я. Папилов, В.Н.Трусков и др. Оpubл. 07.04.1992.

6. Устройство для чистки и смазки поддонов: пат. 1701541 Российская федерация /В.С. Фридман, Ю.С. Филиппов, В.Д. Тихомирова, Е.Ф Лапир. Оpubл. 30.12.1991.
7. Устройство для очистки форм: пат. 1768395 Российская Федерация /С.В. Крайний, В.Я. Стасюк, В.К. Иванов. Оpubл. 15.10.1992.
8. Пост для чистки и смазки поддонов в линиях для производства железобетонных изделий: пат. 1375462 Российская Федерация / В.М Варешкин, В.П. Пономарев, С.К. Казарин, А.И. Долгушин Оpubл. 23.02.1988.
9. Дипломное и курсовое проектирование механического оборудования и технологических комплексов предприятий строительных материалов, изделий и конструкций: учеб. пособие для вузов. / В.С. Богданов, А.С. Ильин, В.Я. Дзюзер и др. – М.: Изд-во АСВ, 2006. – 783 с.
10. Машины и оборудование для производства сборного железобетона: Отраслевой каталог / Волков Л.А., Казарин С.К., С.А. Житкова и др. – М.: ЦНИИТЭстроймаш, 1990. – 544 с.
11. ГОСТ 18143-72. Межгосударственный стандарт Проволока из высоколегированной коррозионностойкой и жаростойкой стали. Технические условия. - М.: Министерство черной металлургии СССР, 1972.
12. Иванов М.Н. Детали машин: Учебник. / М.Н. Иванов, В.А. Финогенов. 11-е изд. – М.: Высшая школа, 2007. – 408 с.
13. Макридина М.Т. Детали машин [Электронный ресурс]: учебное пособие / Макридина М.Т., Макридин А.А. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. – 165 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28344>.
14. ГОСТ 20459-87. Машины электрические вращающиеся. Методы охлаждения. Обозначения. М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1987.
15. Sharapov R.R., Shrubchenko I.V., Agarkov A.M. Determination of the optimal parameters of the equipment to obtain fine powders // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. T. 10. № 12. С. 31341-31348.

МОДЕРНИЗАЦИЯ БЕТОНОУКЛАДЧИКА С РАЗРАБОТКОЙ ПРИВОДА ПОВОРОТА БУНКЕРА

*Рыжов С.И., студент 4 курса 12 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Васильев В.Г., доц., к.т.н.*

Одной из ответственных и трудоемких операций при производстве железобетонных изделий и конструкций является процесс формирования изделий, начинающийся с укладки бетонной смеси в форму, которая осуществляется в большинстве случаев с помощью бетоноукладчиков [1, 2].

Целью данной работы является разработка принципиально новой конструкции бетоноукладчика с поворотным бункером для адресной подачи бетонной смеси, что позволит формировать ЖБИ различной номенклатуры.

Для решения поставленной цели нами был проведен патентный поиск, задачей которого было нахождение технических и технологических решений, которые помогут повысить качество и себестоимость производства ЖБИ.

Патентный поиск показал, что в известных изобретениях [3, 4, 5] основным недостатком является отсутствие возможности дозированной подачи бетонной смеси в форму, что затрудняет качественное изготовление строительных изделий различной конфигурации.

Бетоноукладчик с разрабатываемым приводом поворота бункера представлен на рис. 1.

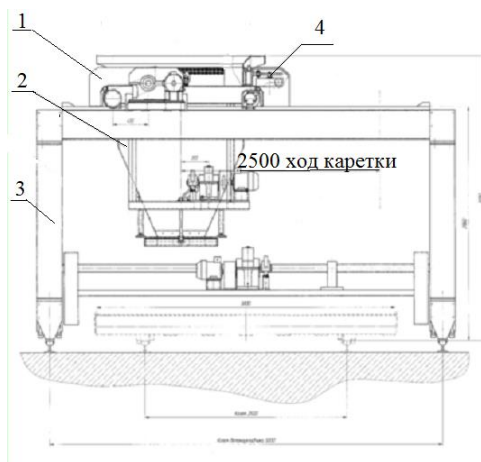


Рис. 1. Бетоноукладчик с поворотом бункера (вид сбоку):
1 – каретка, 2 – бункер, 3 – стойка, 4 – привод поворота.

На рис. 2 представлен проектируемый бетоноукладчик, вид сверху.

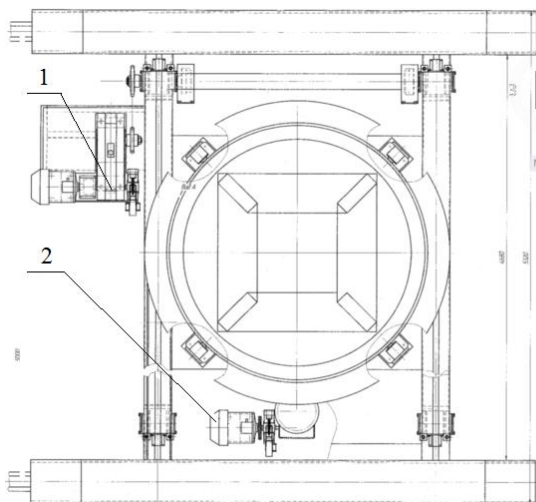


Рис. 2. Бетоноукладчик с поворотом бункера (вид сверху):
1 – привод каретки; 2 – привод поворота.

Для модернизации бетоноукладчика необходимо провести расчёты приводов поворота бункера, передвижения бетоноукладчика и каретки, расчет цепной передачи и прочностные расчеты деталей бетоноукладчика.

Произведем расчет привода поворота бункера, по которому мы выбираем необходимый электродвигатель и редуктор.

Расчёт привода поворота бункера проведем по формуле [6]:

$$W = (Q+G)(2\mu+d)/D, \quad (1)$$

где W – сопротивление качению в опорных роликах, Н;

η – КПД привода, $\eta = 0,8$;

Q – сила тяжести бетонной смеси в бункере, $Q=72000$ Н;

G – сила тяжести бункера, $G=10000$ Н;

D – наружный диаметр опорного ролика, $D=0,3$ м;

d – внутренний диаметр опорного ролика, $d=0,03$ м;

μ – коэффициент трения, $\mu=0,4-0,8$;

f – коэффициент трения качения, выбираем равным $f = 0,015$.

$$W = (72000+10000)(2 \cdot 0,4+0,015 \cdot 0,03)/0,2=221400 \text{ Н};$$

Определим сопротивление качению в ограничивающих роликах:

$$W1 = R(2\mu+d)/D, \quad (2)$$

где $W1$ – сопротивление качению в ограничивающих роликах, Н;

$$W1 = 164(2 \cdot 0,4+0,015 \cdot 0,03)/0,2=4428;$$

$$R=(Q+G) 0,002= 164 \text{ Н}, \quad (3)$$

где R – сопротивление передвижению бетоноукладчика по рельсовым путям, Н.

Угловую скорость вращения вала определим по формуле:

$$\omega = \pi \cdot n / 30 = 3,14 \cdot 3,5 / 30 = 0,36 \text{ рад/с}, \quad (4)$$

где ω – угловая скорость вращения вала, рад/с;

$$n = 3,5 \text{ об/мин.}$$

Мощность электродвигателя привода поворота бункера определим по формуле [6]:

$$N = (W + W_1) \omega / \eta; \quad (5)$$

$$N = (221400 + 4428) 0,36 / 0,8 = 1016 \text{ Вт.}$$

Выбираем электродвигатель 4А100Л6У3: $N_{\text{дв}} = 2,2 \text{ кВт}$, $n_{\text{дв}} = 1000 \text{ мин}^{-1}$ (синхронная частота вращения), а рабочая частота вращения $n_{\text{дв}} = 880 \text{ мин}^{-1}$; $M_{\text{макс}}/M_{\text{ном}} = 2,2$; $M_{\text{пуск}}/M_{\text{ном}} = 2,0$; $M_{\text{мин}}/M_{\text{ном}} = 1,6$; $G_p D_{\text{дв}}^2 = 1,7 \text{ Н} \cdot \text{м}^2$, масса которого равна 42 кг [7].

Выбираем редуктор типа Ц2У. Наиболее подходящим для поворота бункера является редуктор Ц2У-200-40-14КУ2 с передаточным числом $i = 40$. Этот редуктор рассчитан на передачу мощности 10 кВт при числе оборотов ведущего вала не более 1500 в минуту, $m = 170 \text{ кг}$ [7].

Технические характеристики бетоноукладчика с разрабатываемым приводом поворота бункера представлены ниже на рис. 3.

<i>Техническая характеристика</i>		<i>9.2. Редуктор:</i>	
1. Емкость бункера, м ³ –	-2,5	тип – Ц2У-200	
2. Скорость передвижения бетоноукладчика, м/мин –	-11	9.3. Тормоз – ТКТ-100	
3. Скорость передвижения каретки, м/мин –	-3,5	9.4. Передача от привода к ведущим колесам – зубчатая	
4. Скорость вращения бункера, об/мин –	-5000	10. Привод поворота бункера:	
5. Колея бетоноукладчика (по осям рельсов) –	-2500	10.1. Электродвигатель	
6. Колея каретки (по осям рельсов) –	-180	тип – 4А100Л6У3	
7. Угол поворота бункера, градусы –		мощность, кВт – 2,2	
8. Привод бетоноукладчика:		скорость вращения, об/мин – 1000	
8.1. Электродвигатель:		10.2. Редуктор	
тип – 4А100Л6У3		тип – Ц2У-200	
мощность, кВт – 2,2		10.3. Тормоз – ТКТ-100	
скорость вращения, об/мин – 1000		11. Привод затвора питателя:	
8.2. Редуктор:		11.1. Электродвигатель:	
тип – Ц2У-200		тип – 4А100Л6У3	
8.3. Тормоз – ТКТ-100		мощность, кВт – 2,2	
8.4. Передача от двигателя к редуктору – клиноременная		скорость вращения, об/мин – 1000	
8.5. Передача от редуктора к ведущему колесу – цепная		11.2. Редуктор:	
8.6. Общее передаточное число привода –		тип – Ц2У-200	
9. Привод хода каретки:		11.3. Тормоз – ТКТ-100	
9.1. Электродвигатель:			
тип – 4А100Л6У3			
мощность, кВт – 2,2			
скорость вращения, об/мин – 1000			

Рис. 3. Технические характеристики бетоноукладчика с разрабатываемым приводом поворота бункера.

Техническим результатом использования предлагаемой модернизации бетоноукладчика является возможность четкой ориентации раздаточного

окна бункера и возможность дозированной подачи бетонной смеси в форму.

Использование бетоноукладчика с поворотным бункером будет способствовать уменьшению металлоёмкости и увеличению производительности бетоноукладчика, сокращению времени пребывания формы на формовочном посту, снижению трудозатрат и повышению качества выпускаемых железобетонных изделий.

Библиографический список

1. Sharapov R.R., Shrubchenko I.V., Agarkov A.M. Determination of the optimal parameters of the equipment to obtain fine powders // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. Т. 10. № 12. С. 31341-31348.

2. Васильев В.Г. Выбор параметров вибрационных воздействий при формировании железобетонных изделий // Механизация строительства. 2017. № 11. С.21-25.

3. Обухов А.И., Меркулов Н.И. и др. Бетоноукладчик для формирования изделий из бетонных смесей [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://bd.patent.su>.

4. К. И. Миловидов, Г. Г. Месенев, Обухов А.И. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://bankpatentov.ru>.

5. Вахрушев М.П.; Обухов А. и др. Бетоноукладчик [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://www.freepatent.ru>.

6. Иванов М.Н. Детали машин: Учебник. / М.Н.Иванов, В.А.Финогенов. 11-е изд. – М.: Высшая школа, 2007. – 408 с.

7. Механическое оборудование и технологические комплексы: учеб. пособие / С.М.Пуляев, М.А.Степанов, Б.А.Кайтуков и др. – М.: МГСУ, 2015. – 480 с.

МОДЕРНИЗАЦИЯ МАЛЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ КАНАЛИЗАЦИИ

*Силаев К.А., студент 4 курса 12 группы ИИЭСМ НИУ МГСУ
Научный руководитель – Кайтуков Б.А., доц., к.т.н.*

В настоящее время широкое распространение получили безнапорные железобетонные трубы, которые используются в качестве водопропускных, канализационных, дренажных и ливневых для отвода сточных вод. В нашей стране около 60% подземных трубопроводных коммуникаций уже исчерпали нормативный срок службы и около 30% городских безнапорных водоотводящих трубопроводов требуют срочного ремонта и замены [1, 2].

Производство таких труб осуществляется следующим образом. Рас-трубная часть трубы в начальный момент уплотняется вибростолом, на который в процессе формования опирается поддон-раструбообразователь. Заглаживание внутренней поверхности трубы производится специальным кольцом (юбкой), закрепленным к нижнему торцу формующей головки (рис.1).

Для уплотнения бетонной смеси методом радиального прессования при изготовлении безнапорных железобетонных труб диаметром 300...600 мм в нашей стране выпускается станок СМЖ-194 (рис. 2).

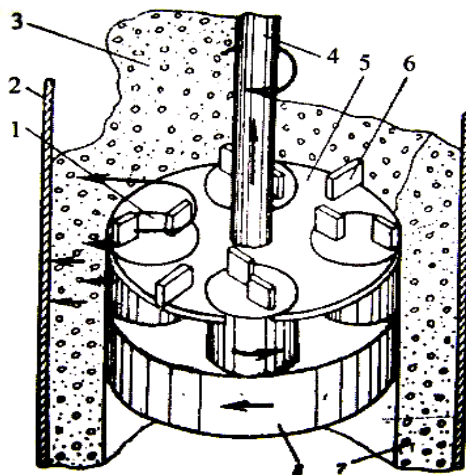


Рис. 1. Схема формования:

1 – ролик, 2 – форма, 3 – бетонная смесь, 4 – приводной вал, 5 – распределительный диск, 6 – скребковая лопасть, 7 – отформованное изделие, 8 – заглаживающий цилиндр.

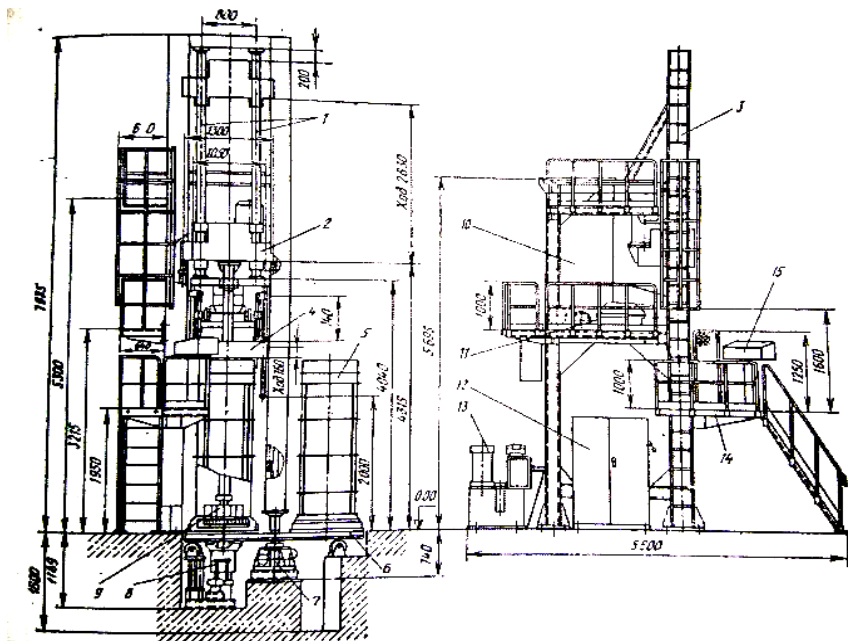


Рис.2. Общий вид станка СМЖ-194:

1 – направляющие, 2 – механизм вращения, 3 – станина, 4 – воронка, 5 – форма, 6 – платформа карусели, 7 – привод карусели, 8 – раструбообразователь, 9 – роликовая головка, 10 – бункер, 11 – питатель, 12 – электрооборудование, 13 – насосная установка, 14 – площадка оператора, 15 – пульт управления.

Большинство нормативных документов и методик расчета данного типа конструкций были разработаны в 60 – 80-е годы прошлого века и не соответствуют современным требованиям.

Изучение отечественного и зарубежного опыта производства безнапорных железобетонных труб дает основание считать, что наиболее эффективным методом производства таких труб является радиальное прессование.

Необходимость совершенствования конструктивно-технологических решений также возникает с требованиями к качеству железобетонных труб, а также совершенствования прочности, водонепроницаемости и плотности стенок формируемой продукции. Качество внутренней поверхности заслуживало особого внимания. Данная поверхность является одним из главных критериев, который определяет пропускную способность и величину затрат при эксплуатации. Избыточная шероховатость приводит к заиливанию водоводов и коллекторов канализации. Излишнее сопротивление движению жидкости создается по той же причине [3, 4].

По данным производителей безнапорных железобетонных труб (ООО «Технология», г. Тула и ФГУП «Часцовский завод ЖБИ №10», г. Часцы) к

ним зачастую обращаются с заказами по производству труб нестандартных диаметров ($D_u = 350, 450, 550, 650$ мм), но выпуск данной продукции надлежащего качества является затруднительным в связи невозможностью поддержания трубоформовочными машинами соответствующих параметров [5, 6].

На качество производства труб и эффективность работы трубоформовочного станка оказывает влияние, все элементы, но в основном режим работы формирующей головки и его конструкционное исполнение. Данная головка является патентным изобретением, имеющая номер 679400, её авторы В.Н. Полежаев, С.К. Казарин и Н.Е. Королёв (рис. 3).

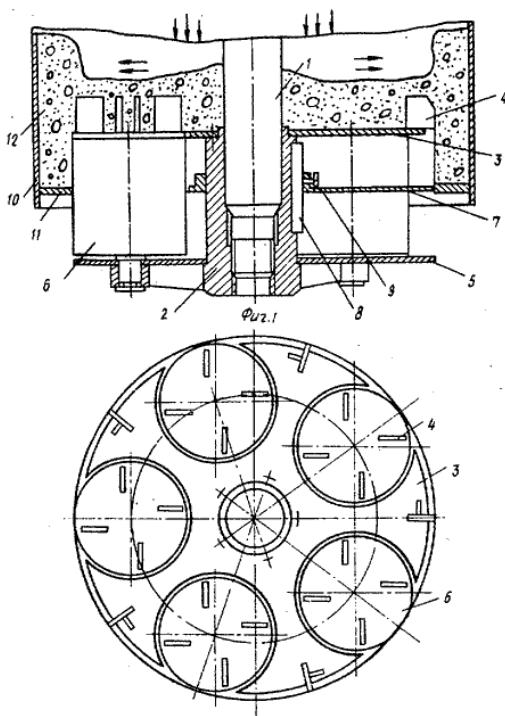


Рис. 3. Существующая компактная установка:

1 – вертикальный подвижный приводной вал, 2 – ступица, 3 – верхний распределительный диск, 4 – лопасти, 5 – нижний диск, 6 – укатывающий ролик, 7 – отражательная диафрагма, 8 – шпонка, 9 – болт, 10 – наружная форма, 11 – поддон, 12 – бетонная смесь.

Недостатком этой головки, является то, что при формировании армированных труб часть формируемой массы, набрасываемой метателями на стенки наружной формы, задерживается арматурным каркасом, создавая частичное экранирование

Недостатком известной головки станка радиального прессования трубчатых изделий из бетонных смесей является значительный износ направляющего цилиндра из-за выдавливания бетонной смеси нижней частью уплотняющих роликов и частичного разрушения внутренней поверхности формируемой трубы вдавливания частиц смеси [7].

В результате патентных исследований нами была предложена конструкция головки, которая обеспечивает равномерное и постоянное давление. Это обеспечивает повышение качества труб: более равномерное распределение и уплотнение смеси, повышение степени уплотнения и поддержание прессующего давления на требуемом уровне.

Библиографический список

1. Механическое оборудование и технологические комплексы: учеб. пособие / С.М.Пуляев, М.А.Степанов, Б.А.Кайтуков и др. – М.: МГСУ, 2015. – 480 с.

2. Sharapov R.R., Shrubchenko I.V., Agarkov A.M. Determination of the optimal parameters of the equipment to obtain fine powders // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. Т. 10. № 12. С. 31341-31348.

3. Шарапов Р.Р., Шаптала В.Г., Алфимова Н.И. Прогнозирование дисперсных характеристик высокодисперсных цементов // Строительные материалы. 2007. № 8. С. 24-25.

4. Технологические комплексы и механическое оборудование предприятий строительной индустрии: Учебное пособие / Под ред. В.С.Богданова и А.С.Ильина. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2008. – 528 с.

5. Энциклопедия [<https://ru.wikipedia.org>]. Режим доступа свободный.

6. Агарков А.М., Шарапов Р.Р., Прокопенко В.С. Анализ гидравлического сопротивления концентратора // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 3. С. 87-90.

7. База патентов [<http://patents.su>]. Режим доступа свободный.

ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ КОРПУСНОЙ ДЕТАЛИ РУЧНОГО ЭЛЕКТРОМОЛОТКА

*Стракович В.Е., студент 5-ого курса 11 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Дроздов А.Н., проф., к.т.н.*

На сегодняшний день одним из главных направлений модернизации является применение новых полимерных материалов, для изготовления корпусов электроинструментов, разработка новых процессов производства и технологических методов изделий.

Первый шаг, при производстве корпусных деталей является создание 3D модели в пространственном проектировании. После проектирования модели переходят к следующему шагу, а именно к трехмерной печати с помощью 3D принтера. Использование таких принтеров очень облегчило работу производства, так как с его помощью можно в короткие сроки и с минимальными затратами изготовить необходимую корпусную деталь. Такой метод производства, а именно, получение готового изделия по данным пространственного проектирования получил название «аддитивные технологии».

Основным методом изготовления изделия по аддитивной технологии является формирование детали из полимерных материалов при помощи термического или другого воздействия, при помощи которой задается необходимая форма. Прототип изделия дает информацию о внешнем виде, габаритно-массовых характеристиках, а также оценку соответствия эксплуатационных свойств необходимым требованиям.

Далее подробно рассмотрим процедуру реализации базовой функциональности с применением аддитивных технологий для анализа работы изделия в целом.

Процесс создания корпуса ручного электромотка с использованием макета состоит из нескольких шагов:

1. Разработка 3D-модели.
2. Проведение основных расчетов с помощью специализированной программы.

Основной критерий при разработке корпуса, это прочность. Существуют две причины выхода из строя детали:

1. Большая остаточная деформация. Остаточная деформация приводит к изменению формы детали, соответственно и к изменению ее размеров, что в свою очередь влечет изменение характера сопряжения деталей.
2. Разрушение детали.

Перед тем, как запустить деталь в производство проводят испытание корпуса ручного электромотка на ударную вязкость при помощи маятникового копра. В нашем случае используется маятниковый копер ХР-05.

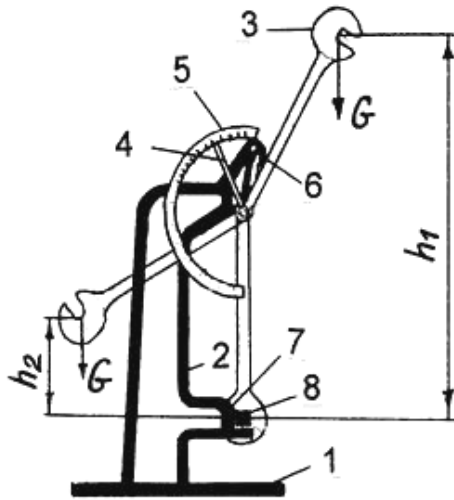


Рис. 1.

Описание установки. Испытание на ударную вязкость проводится на маятниковом копре ХР-05, схема которого показана на рис. 1. Копер состоит из массивного основания 1 с двумя вертикальными стойками 2. К верхней части этих стоек на горизонтальной оси подвешен маятник 3, представляющий собой плоский стальной диск с вырезом. Кроме того, на оси маятника установлена стрелка 4, напротив которой к стойке 2 прикреплена шкала 5 для отсчета затрат энергии на разрушение образца. Для фиксации маятника в исходном верхнем положении предусмотрена защелка 6.

На стойках 2 предусмотрены опоры 7 для установки образцов 8 из испытуемого материала. Расстояние между опорами 7 регулируется в пределах от 40 до 70 мм (см. рис.3, а). Для образцов толщиной 5 мм и менее, расстояние между опорами 7 принимают $40 \pm 0,2$ мм, а для образцов толщиной более 5 мм – $70 \pm 0,2$ мм.

При проведении испытаний маятник 3 поднимают вверх и фиксируют защелкой 6. Стрелку 4 устанавливают на нуль, а на опоры 7 помещают испытуемый образец 8. Затем, повернув защелку 6, отпускают маятник 3, который при своем падении разрушит образец и, двигаясь далее, переместит стрелку 4 по шкале 5, на которой считывают величину энергии, сохраненной маятником после разрушения образца. Образец устанавливают на нижних опорах копра симметрично относительно опор и так, чтобы надрез был обращен в сторону, противоположную направлению удара.

В процессе эксплуатации детали могут возникнуть внешние факторы, из-за которых материал становится более хрупким, а именно:

1. возникновение ударных нагрузок;
2. низкие температуры;

3. появление концентраторов напряжений – надразов, раковин, трещин.

С увеличением значения ударной вязкости, увеличивается способность материала сопротивляться динамической нагрузке. Образцы, изготовленные из хрупких материалов, ломаются легко, с малой затратой работы на разрушение. Образцам, выполненным из пластичных материалов, необходимо на разрушение больше энергии. Перед началом производства детали все материалы, воспринимающие динамические нагрузки, испытывают на удар.

Удельной ударной вязкостью a материала называют отношение работы ΔW_F , затраченной маятником на разрушение стандартного образца к площади его поперечного сечения A в месте излома.

$$a = \frac{\Delta W_F}{A} \left[\frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{м}^2} \right]$$

Для обозначения ударной вязкости при различных температурах использует цифровой индекс, соответствующий температуре испытания. Например, KCT^{+30} —ударная вязкость, определенная на образце с Т-образным концентратором при + 30 °С. В ГОСТ 9454-78 рекомендуется при обозначении ударной вязкости указывать также максимальную энергию удара маятника, Дж, глубину концентратора, мм, в испытанном образце и его ширину, мм. Например, $KCT^{+30} 80/2/6,2$ —ударная вязкость, при 30 °С на копре с максимальной энергией удара маятника 80 Дж при глубине концентратора 2 мм и ширине образца 6,2 мм.

По итогу, после проведения испытаний, мы узнаем энергию потерь $W_{\text{потерь}}$, работу разрушения для образца по шкале копра, удельную ударную вязкость для образца.

Данное испытание будет проводиться в период прохождения преддипломной практики.

Библиографический список

1. Кудрявцев Е.М. КОМПАС-3D. Проектирование в машиностроении. Учебное пособие. – М., 2009.
2. КОМПАС-3D V8. Наиболее полное руководство. Учебное пособие. – М., 2006.
3. Авдеев Б.А. Техника определения механических свойств материалов. – М., 1965.
4. Дроздов А.Н., Степанов В.В. Математические модели ручных машин для строительного-монтажных работ с примерами реализации. Учебное пособие. – М., 2016.

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ РУЧНЫХ ШУРУПОВЕРТОВ

*Фролов Д.В., студент 3 курса 43 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Дроздов А.Н., проф., к.т.н.*

Введение

Аккумуляторный шуруповерт – это ручной сборочный электрический инструмент ударного/безударного режимов работы, предназначенный для закручивания/откручивания шурупов, самонарезающих винтов, дюбель-гвоздей, глухарей по дереву, металлу или пластику. Исследуемые машины оснащены регулируемой муфтой предельного момента, двухпозиционным переключателем скоростного режима, переключателем направления вращения, патроном кулачкового типа.

В адрес лаборатории корпоративной кафедры Малая механизация строительства НИУ МГСУ от ООО «Стенли Блэк энд Деккер» поступило обращение с просьбой провести испытания 13 моделей шуруповертов разных производителей, разбитых по трем размерным группам.

В рамках поставленной задачи для каждой из представленных моделей нами были определены:

1. Развиваемый крутящий момент M при жестко защемленном шпинделе в ударном режиме (на тorsiоне в лабораторных условиях)
2. Развиваемый крутящий момент M^{cm} при остановленном двигателе в безударном режиме (на тorsiоне в лабораторных условиях)
3. Производительность аккумуляторной батареи, измеренная в количестве закрученных саморезов Q на один полный заряд (в производственных условиях)
4. Производительность шуруповерта, выраженная во времени t , затраченном на сверление деревянной заготовки поперек волокон (в производственных условиях).

Таблица 1

Инструменты, участвующие в тестах, и их паспортные характеристики

Присвоенный номер	Модель	Вес, кг	Макс. диаметр сверла, мм	Частота ударн/безуд, об/мин	Емкость аккумулятора, А·ч
A-1	STANLEY SCD12S2-RU	1	10	1500	1,5
A-2	Bosch GSR 120-LI	1	8/20	1300	1,5
A-3	Makita DF331DWYE	1,1	10/21	1700	1,5
A-4	DEWALT DCD710C2	1,1	10/20	1500	1,3
B-1	STANLEY SCD20S2K-RU	1,6	13/38	1500	1,5
B-2	Bosch GSR 180-LI	1,6	10/35	1700	1,5
B-3	Metabo BS 18	1,3	10/20	1600	2

B-4	Makita DF457DWE (G-series)	1,7	13/36	1400	1,1
B-5	DEWALT DCD771S2	1,6	13/30	1500	1,5
C-1	STANLEY SBD 20S2K-RU	1,2	13/35	1700	1,5
C-2	MakitaDDF459SYE	1,5	13/38	1500	1,5
C-3	Bosch GSR 18V-ES	1,9	13/38	1700	1,5
C-4	DEWALT DCD777S2T	1,5	13/30	1750	1,5

Лабораторное измерение крутящего момента. Методика измерений

Наиболее подходящим средством измерения крутящего момента шуруповерта в лабораторных условиях является торсион с тензометрическим мостом.

Устройство представляет собой упругий вал, один конец которого жестко приварен к опоре, а другой оканчивается разъемом для соединения со шпинделем шуруповерта. Тензометрический мост, расположенный на торсионе, приклеен таким образом, чтобы фиксировать деформации, возникающие при скручивании упругого вала. Регистрация показаний датчиков осуществляется системой сбора данных, затем в ходе анализа данных программным обеспечением получают осциллограммы приложенного крутящего момента.

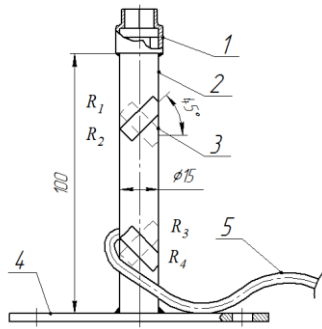


Рис. 1. Торсион для измерения крутящего момента:

1 – головка с квадратом; 2 – торсион; 3 – тензорезисторы; 4 – основание; 5 – соединительный кабель Ethernet

Тарировка изготовленного динамометра осуществлялась с помощью ручного динамометрического ключа, точность которого гарантируется производителем.

Методика испытаний

Для каждого шуруповерта, участвующего в тесте, было проведено по семь измерений: 2 на втором скоростном режиме, 3 на первом скоростном режиме, при остановленном двигателе 1 на первом и 1 втором скоростном режиме.

Таблица 2

Результаты лабораторных тестов шуруповертов

Но- мер	Модель	М ^{ст} , Нм скорость 2	М ^{ст} , Нм скорость 1	М ^{уд} , Нм скорость 2	М ^{уд} , Нм скорость 1
A-1	STANLEY SCD12S2-RU	11,5	22,5	11	4,25
A-2	Bosch GSR 120-LI	10,7	23,6	8,6	3,9
A-3	Makita DF331DWYE	23	32,3	7,3	5,2
A-4	DEWALT DCD710C2	15,2	33,9	11,4	5,1
B-1	STANLEY SCD20S2K-RU	35,3	54,9	22,1	14,2
B-2	Bosch GSR 180-LI	22,8	48,6	19,4	9,1
B-3	Metabo BS 18	25,3	64,5	12,5	4,9
B-4	Makita DF457DWE (G-series)	29,8	67,9	13,9	6,1
B-5	DEWALT DCD771S2	40,7	65	21,4	13,4
C-1	STANLEY SBD 20S2K-RU	14	32	18	8
C-2	Makita DDF459SYE	20	32	15	5,8
C-3	Bosch GSR 18V-ES	9,5	17	16	7,5
C-4	DEWALT DCD777S2T	32	82,4	18,8	7,3

Производственные испытания Методика измерений

После этапа лабораторных тестов исследуемые шуруповерты были испытаны в производственных условиях для моделирования реальных операций закручивания саморезов и сверления отверстий в деревянных заготовках

Во всех производственных тестах были использованы следующие материалы и оснастка:

- заготовки – брус из сосны;
- самонарезающие винты с шестигранной головкой – диаметр 8 и 6 мм;
- самонарезающие винты 3,2*100 мм;
- сверло по дереву – диаметр 10 мм.

Контролируемыми параметрами во всех тестах являлись:

- 1) количество глухарей, закрученных на одном заряде аккумуляторной батареи;
- 2) время сверления отверстий глубиной 100 мм.

Сбор и анализ данных

Для каждого шуруповерта, участвующего в тесте, было проведено по пять измерений. Серия из пяти опытов была продублирована для трех операторов. Ввиду больших временных затрат на определение производительности аккумуляторов Q, эти испытания проводились без дублирований.

Таблица 3

Результаты производственных тестов шуруповертов

Но-мер	Модель	Д свер-ла, мм	t, с	Глухарь, D, мм	Q, шт.	Само-рез, 3,2 мм
A-1	STANLEY SCD12S2-RU	10	5,1	6*	48	234
A-2	Bosch GSR 120-LI		4,9	6*	58	282
A-3	Makita DF331DWYE		4,7	8	65	423
A-4	DEWALT DCD710C2		4,6	6*	77	375
B-1	STANLEY SCD20S2K-RU		5,0	8	87	566
B-2	Bosch GSR 180-LI		3,4	8	89	579
B-3	Metabo BS 18		4,1	8	85	553
B-4	Makita DF457DWE (G-series)		5,3	8	120	780
B-5	DEWALT DCD771S2		3,3	8	58	377
C-1	STANLEY SBD 20S2K-RU		1,66	8	61	396
C-2	Makita DDF459S YE		1,93	8	100	650
C-3	Bosch GSR 18V-ES		1,99	8	83	540
C-4	DEWALT DCD777S2T		3,0	8	141	916

Итоги

В рамках программы научно-исследовательских испытаний электроинструмента наиболее покупаемых в России торговых марок состоялось тестирование аккумуляторных дрелей-шуруповёртов. Испытания проводились по классической схеме, с максимально возможной точностью, имитирующей реальные условия эксплуатации инструмента. Сначала на специальном стенде измерялись максимальные значения развиваемого мягкого крутящего момента, чтобы определить возможности каждой из представленных моделей с точки зрения работы с крепежными элементами. Затем выполнялось серийное закручивание саморезов 6x50 мм (с подсчетом их количества) на одном заряде аккумулятора в сосновый брус естественной влажности: цель – косвенно оценить реальную емкость аккумуляторных батарей и проверить эффективность расходования энергии.

Библиографический список

1. Проспекты фирм: STANLEY DLACK AND DECKER; BOSCH; MAKITA; METABO.
2. Немец И. Практическое применение тензорезисторов. – М., Энергия, 1970.
3. «Неутомимая рука». Тест аккумуляторных отвёрток. // СПРОС. 2008. № 1. С. 15-19.
4. Тест дрелей-шуруповёртов. // СПРОС. 2010. № 7-8.
5. Шуруповёрт... Просто шуруповёрт... // Потребитель. Инструменты. 2011. № 11. С. 80
6. Полетаев А. «Герои нашего времени». Тест аккумуляторных дрелей-шуруповёртов с напряжением аккумулятора 14,4 вольт. // Дрель До Дыр. 2011. № 4. С. 32-43.
7. «Как зарядишь, так и закрутишь». Тест аккумуляторных дрелей. // СПРОС. 2007. № 10. С. 19-23.

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРИВОДА ТОЛКАТЕЛЯ ПОДДОНОВ С ЖБИ В КАМЕРУ ТЕПЛОЙ ОБРАБОТКИ

*Чегодаев С.В., студент 4 курса 12 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Васильев В.Г., доц., к.т.н.*

К основным задачам совершенствования оборудования в производстве железобетонных изделий и конструкций относится разработка и модернизация основного и вспомогательного технологического оборудования с целью повышения его производительности и снижения себестоимости выпускаемой продукции [1, 2].

На заводах по производству бетона и железобетона транспортирующие машины являются неотъемлемой частью технологического процесса, которые обеспечивают бесперебойную подачу не только сырья и полуфабрикатов к технологическому оборудованию, но своевременный вывоз готовых изделий, тем самым способствуют повышению производительности труда и увеличению выпуска продукции, а также позволяют решать вопросы комплексной механизации транспортно-технологических процессов, экономичности и удобства эксплуатации [3, 4].

Патентный поиск оборудования, используемого для механизации и автоматизации процессов загрузки-разгрузки поддонов с железобетонными изделиями в камеру тепловой обработки, показал, что для этих целей обычно применяются приводы конвейеров, выполненные в виде гидроцилиндров циклического действия, двухконтурные гидравлические системы с питателями, пневматические механизмы [5].

Применение гидравлических и пневматических устройств существенно усложняют устройство подачи поддонов с изделиями, кроме того, эти устройства требуют значительных капитальных вложений, больших трудозатрат, не обладают гибкостью технологий. Эти недостатки приводят к необходимости разработки устройств с применением новых решений, удовлетворяющих современным требованиям.

В работе предложено усовершенствовать толкатель для заталкивания поддонов со свежееотформованными изделиями в предусмотренный ярус стеллажа камеры тепловлажностной обработки и подачи поддона с готовым изделием на пост распалубки.

Толкатель усовершенствован путём замены гидравлического привода на электромеханический при соблюдении заданных технологических параметров, выбранных габаритных и скоростных параметров.

В процессе разработки толкателя была рассмотрена конструкция существующего подъёмного устройства, и было предложено использовать электромеханический привод с цепной передачей вращения от электродвигателя на приводной вал толкателя.

Платформа изображена на рис. 1. Платформа состоит из двух подрельсовых балок, связанных между собой поперечными балками, вдоль оси

платформы расположены направляющие балки, по которым перемещается толкатель. Привод толкателя – в конце платформы.

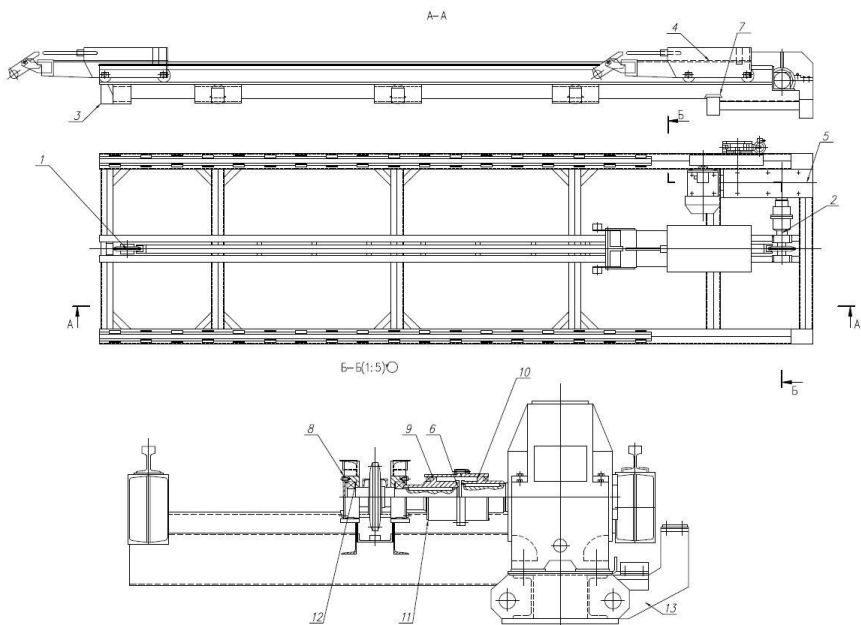


Рис. 1. Платформа:

1 – звездочка, 2 – вад, 3 – рама, 4 – толкатель, 5 – привод, 6 – шайба торцовая, 7 – подкладка, 8 – крышка, 9 – полумуфта, 10 – полумуфта, 11 – крышка, 12 – корпус, 13 – ребро

Тихоходный вал редуктора с помощью зубчатой муфты соединен с приводным валом толкателя. Впереди платформы расположены ведомая звездочка, которая одновременно является и натяжной. Цепь привода толкателя представляет собой замкнутый контур. Корпус толкателя соединяется с приводной цепью с помощью специального пальца.

Ход толкателя ограничивается срабатыванием конечных выключателей, которые входят в узел командоаппарата, с помощью рукава соединенного с приводным валом толкателя. Каретка толкателя имеет утапливаемый гусак для затаскивания формы с изделием из яруса на платформу и жесткий упор для выталкивания ее на стан. Кроме того, на раме платформы установлен узел конечного выключателя, контролирующий наличие вагонеток в крайнем заднем положении [6]. Привод толкателя изображен на рис. 2.

Привод толкателя размещается в конце платформы и состоит из электродвигателя, клиноременной передачи, редуктора и тормоза [6].

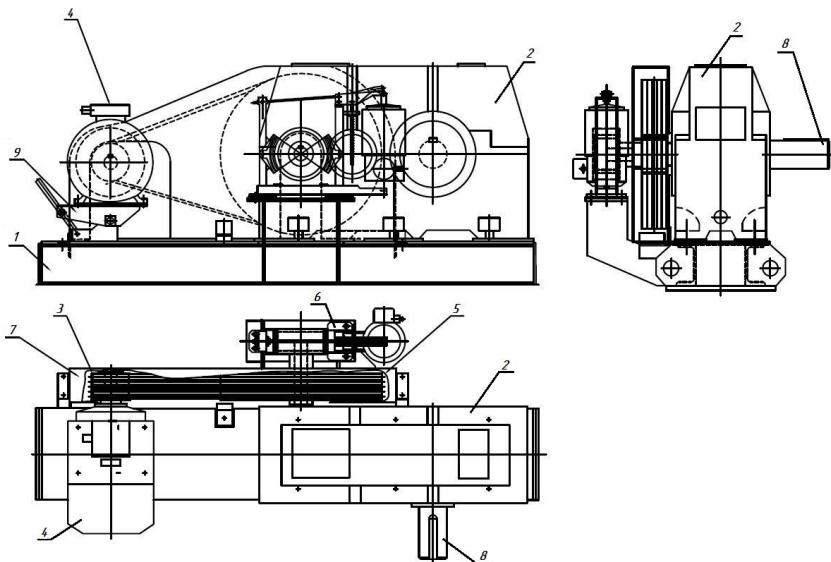


Рис. 2. Привод толкателя:

1 – рама, 2 – редуктор, 3 – шкив ведущий, 4 – электродвигатель, 5 – шкив ведомый, 6 – тормоз, 7 – ограждение, 8 – выходной тихоходный вал редуктора, 9 – установка двигателя с механизмом натяжения

Задачами работы явились:

- определение усилия, необходимого для проталкивания поддона с свежееотформованным железобетонным изделием в секцию стеллажа для тепловлажностной обработки;
- подбор электродвигателя, редуктора, выбор тормоза, расчет клиноременной передачи и выбор приводной цепи привода передвижения толкателя;
- расчет подшипников на долговечность;
- расчет крепления венца звездочки на приводном валу;
- прочностные расчеты деталей привода.

Усилие, необходимое для проталкивания поддона с железобетонными изделиями в секцию стеллажа для тепловлажностной обработки определим по формуле [7]:

$$T_1 = \frac{Q_{расч} (2\mu + fd_n)}{D_{зв}}, \text{ Н}, \quad (1)$$

где μ – коэффициент трения качения колеса по рельсу, $\mu = 0,0005 \dots 0,0008$ м;
 f – коэффициент трения в подшипниках вала звёздочки, для подшипников качения $f=0,015$;

d_n – диаметр подшипника, $d_n = 80$ мм;

$D_{зв}$ – диаметр звёздочки, $D_{зв} = 352$ мм.

$$T_1 = \frac{95000 \cdot (2 \cdot 0,0008 + 0,015 \cdot 0,08)}{0,352} = 755 \text{ Н.}$$

Полученное значение усилия используем для подбора электродвигателя привода.

Окружное усилие, возникающее в зацеплении зубчатых колес редуктора, определим из соотношения

$$F_1 = 0,364 \cdot T_1, \text{ Н,} \quad (2)$$

$$F_1 = 0,364 \cdot 755 = 275 \text{ Н.}$$

Принимаем для расчета $F_{1\text{расч}} = 0,5 \text{ кН.}$

Мощность на приводном валу рассчитывается по формуле [8]:

$$P_{B_2} = F_1 \cdot V, \text{ кВт,} \quad (3)$$

где $V = 6,0 \text{ м/мин}$ – окружная скорость вала привода перемещения.

$$P_{B_2} = 0,5 \cdot 6 = 3 \text{ кВт.}$$

Исходя из полученной мощности на приводном валу, подбирается электродвигатель. Выбираем электродвигатель 4А112МА6У3 [9].

Технические характеристики привода представлены в таблице 1.

Таблица 1

Технические характеристики

Двигатель, тип	4А112МА6У3
Мощность, кВт	3,0
Частота вращения вала, об/мин	1000
Редуктор, тип	Ц2У-250-40
Передаточное число	40
Передача от двигателя к редуктору	Клиноременная
Передаточное число	4,6
Общее передаточное число привода	184
Тормоз, тип	ТКГ200-У2
Габаритные размеры, мм	
длина	1950
ширина	860
высота	885

Данная модернизация потребовала произвести следующие расчеты [10]:

- частоты вращения выходного вала редуктора

$$n_{\text{в.в.}} = \frac{n_{\text{дв}}}{i_{\text{общ}}}, \text{ об/мин,} \quad (4)$$

где $n_{\text{дв}}$ – частота вращения электродвигателя, об/мин;
 $i_{\text{общ}}$ – общее передаточное число привода.

$$n_{\text{в.в.}} = \frac{1000}{184} = 5,43 \text{ об/мин;}$$

– номинального крутящего момента

$$M = 9550 \cdot \frac{N_{\text{дв}} \cdot i_{\text{общ}} \cdot \eta_{\text{пр}}}{n_{\text{дв}}}, \text{ Н}\cdot\text{м,} \quad (5)$$

где $N_{\text{дв}}$ – мощность электродвигателя, кВт;
 $\eta_{\text{пр}}$ – КПД привода, принимается 0,9,

$$M = 9550 \cdot \frac{3 \cdot 184 \cdot 0,9}{1000} = 4744, \text{ Н}\cdot\text{м;}$$

Номинальный крутящий момент на выходном валу при длительной работе с постоянной нагрузкой принимаем равным $M_n = 5000 \text{ Н}\cdot\text{м}$.

Таким образом, за счет внедрения электромеханического привода, позволяющего сократить время выполнения операции загрузки поддонов со свежееотформованным изделием в камеру тепловлажностной обработки и, соответственно, выгрузки поддонов с готовым изделием, возможно снижение себестоимости выпускаемой продукции и повышение культуры производства.

Библиографический список

1. Технологические комплексы и механическое оборудование предприятий строительной индустрии: Учебное пособие / Под ред. В.С.Богданова и А.С.Ильина. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2008. – 528 с.
2. Борщевский А.А., Ильин А.С. Механическое оборудование для производства строительных материалов и изделий: учеб. для вузов. – М.: Альянс, 2009. – 366 с.
3. Механическое оборудование и технологические комплексы: учеб. пособие. / С.М.Пуляев, М.А.Степанов, Б.А.Кайтуков и др. – М.: МГСУ, 2015. – 480 с.
4. Основы расчёта машин и оборудования предприятий строительных материалов и изделий: учеб. для вузов. / Под ред. В.С. Богданова. – Старый Оскол: «ТНТ», 2013. – 679 с.
5. Сайт ФИПС [Электронный ресурс]. – М.: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности» – Режим доступа: <http://www1.fips.ru/>, свободный.

6. Машины и оборудование для производства сборного железобетона: Отраслевой каталог / Волков Л.А., Казарин С.К., С.А.Житкова и др. – М.: ЦНИИТЭстроймаш, 1990. – 544 с.
7. Шарапов Р.Р., Мамедов А.А., Агарков А.М. Сравнительные характеристики проходимости на слабых грунтах гусеничных и шагающих кранов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 5. С. 198-200.
8. Иванов М.Н. Детали машин: Учебник. / М.Н.Иванов, В.А.Финогенов. 11-е изд. – М.: Высшая школа, 2007. – 408 с.
9. Макридина М.Т. Детали машин [Электронный ресурс]: учебное пособие / Макридина М.Т., Макридин А.А. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. – 165 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28344>.
10. Дипломное и курсовое проектирование механического оборудования и технологических комплексов предприятий строительных материалов, изделий и конструкций: учеб. пособие для вузов. / В.С. Богданов, А.С. Ильин, В.Я. Дзюзер и др. – М.: Изд-во АСВ, 2006. – 783 с.

ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСВОЕНИЯ ТЕРРИТОРИЙ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ

Чемоданова А.И., студентка 2 курса 15 группы ИИЭСМ

На территории северных районов России не так давно были открыты запасы природного газа и нефти. Соответственно, освоение таких территорий сегодня должно сопровождаться проведением больших объёмов строительного-монтажных работ в короткие сроки [6].

Основные факторы, которые осложняют и увеличивают стоимость строительства на северных территориях, заключены в суровых природно-климатических условиях, разобщённости и слабом развитии транспортных связей. Также строительной индустрии рассматриваемого региона необходим высококачественный крупный заполнитель для изготовления прочных и долговечных бетонов. При доставке его из других районов значительно увеличиваются транспортные расходы и, как следствие, повышается стоимость бетонных и железобетонных изделий и конструкций. Мелкие же кварцевые пески, которые распространены на указанной территории, в соответствии с действующими стандартами, не могут быть применены для приготовления бетона, соответственно, получить прочные и долговечные бетоны посредством традиционных технологических приёмов в этих условиях достаточно сложно [4].

Возможным вариантом, позволяющим решить данную проблему, может стать новый способ технологии бетона, основанный на пропитке его различными композициями. Уплотнение структуры бетона в результате пропитки значительно увеличивает его прочность, морозостойкость, стойкость к агрессивным средам, существенно улучшает целый ряд других его свойств. Необходимо отметить, что из-за применения указанной технологии стоимость бетонных и железобетонных изделий и конструкций значительно увеличивается. Соответственно, необходимо определить, в каких областях применение пропитанных бетонов будет достаточно обосновано. В частности, при помощи технологии пропитки бетонов можно решить ряд ключевых проблем, связанных с разрушением несущих конструкций зданий и фундаментных оснований строительных объектов, расположенных на северных территориях.

Здания, которые возводятся в северных климатических районах, могут быть отнесены к классу промышленных и гражданских, сооружения же бывают наземными, подземными и подводными. Наземные сооружения представлены различными вспомогательными объектами промышленного и гражданского строительства, наружными фундаментными опорами газо- и нефтепроводов, дорогами, мостами, резервуарами для хранения нефтепродуктов и пр. Обычно, железобетонные конструкции таких сооружений эксплуатируются в достаточно сложных условиях, так как, кроме отрицательных температур воздуха, на них оказывают воздействие различные жидкости или соли, щёлочи или кислоты, имеющие неорганическое и орга-

ническое происхождения. Из-за морозной деструкции и агрессивного воздействия строители вынуждены возводить ряд сооружений, используя дефицитные стальные материалы (как, например, при сооружении нефтеперегонных заводов) [5].

Подземные сооружения, возводимые на Севере, также находятся в сложных условиях эксплуатации по причине вечной мерзлоты. Особенно пагубно это влияет на фундаменты глубокого заложения, трубы, цокольные панели, сваи. На разрушение таких объектов влияет насыщенность их грунтовой водой с циркуляцией её (а иногда и агрессивных веществ) снизу вверх. Также разрушающее воздействие оказывают и температурные перепады, и гидростатическое давление. Кроме того, агрессивно воздействуют на подобные объекты морские, речные и озёрные воды.

Из-за повышенного теплообмена, сопровождающегося повышенной амплитудой температурных деформаций в строительных материалах накапливается влага, что приводит к разрушению поверхностей стеновых панелей. Разрушение связано в основном с увлажнением бетона талыми водами в дневное время и замораживанием ночью в весенний период.

Также быстро разрушаются и дорожные бетоны, так как условия их эксплуатации ещё более сложные. По причине низких отрицательных температур, многократного попеременного замораживания и оттаивания, увлажнения атмосферными осадками и грунтовыми водами, часто насыщенными солями, используемыми, чтобы предотвратить гололед – всё это сокращает срок службы бетонных дорожных покрытий до трёх-пяти лет.

Разрушаются и фундаменты зданий, возведённых на вечномёрзлых грунтах. Наиболее сильные разрушения бетона имеют место в верхнем слое сезоннооттаивающего грунта.

Процесс разрушения свайных фундаментов также ускоряется за счёт недостаточной морозостойкости, водонепроницаемости и трещиностойкости бетона, а также по причине наличия усадочных трещин. Соответственно, срок службы многих бетонных и железобетонных изделий и конструкций, эксплуатируемых в условиях Арктики, значительно менее расчётного. Снижение долговечности бетона происходит по причине суровых климатических условий этого региона [4].

Исследователи, рассматривая различные механизмы морозного разрушения бетонов, приходят к выводу, что главный фактор, определяющий морозостойкость бетона, – это структура его порового пространства, которая влияет на степень насыщения материала водой и кинетику образования льда в его порах. Растворённые в воде соли также изменяют механизм разрушения бетона при замораживании. Интенсификация химической коррозии связана с повышением концентрации солей в растворе по мере вымораживания пресного льда. При вымораживании пресного льда в порах бетона имеют место растворы, содержащие повышенную концентрацию солей, где, посредством диффузии воды в структуре цементного камня происходит разрушение бетона. Соответственно, решающий фактор морозо-

стойкости бетона определяется характером его капиллярно-пористой структуры.

Чтобы увеличить морозостойкость бетона и его стойкость при совместном действии растворов солей и мороза, нужно увеличить плотность бетона посредством уменьшения объема открытых капиллярных пор. Опыт эксплуатации и научные исследования определяют, бетонные конструкции могут разрушаться потому, что:

1) нарушается структура цементного камня под воздействием физико-химических факторов;

2) возникает коррозия арматуры по причине повреждения защитного слоя;

3) происходит деструкция по причине многократного воздействия таких процессов, как попеременное замораживание и оттаивание, увлажнение и высыхание;

4) нарушается структура из-за разности парциальных давлений и миграции воды из подземных частей конструкций к наземным [3].

Для того, чтобы предупредить возможные повреждения конструкций и обеспечить их эксплуатационную долговечность, строительной практикой применяются различные технологические приёмы, которые можно объединить в три группы. При первом способе необходимо обеспечить достаточную плотность бетона через различные технологические воздействия. Здесь в процессе изготовления бетонной смеси используют применение специальных цементов, высококачественных заполнителей, введение в её состав гидрофобизирующих и пластифицирующих добавок, стремятся максимально снизить водоцементное отношение; при помещении цементной смеси в опалубку ее хорошо уплотняют посредством вибрации, виброштампования и вибропрессования, вакуумирования и пр.

Также эффективен способ, когда с помощью воздухововлекающих добавок в бетоне создают резервный объём воздушных пор, которые не заполняются при обычном водонасыщении, но доступны для проникания воды под давлением при воздействии мороза. Но эффект здесь может быть достигнут только при получении пор минимального размера, которые снижают прочность бетона вследствие воздухововлечения. Сегодня, для того, чтобы повысить морозостойкость, используются добавки, такие, как воздухововлекающие пластифицирующие или суперпластификаторы. Посредством таких добавок организуется дополнительное воздухововлечение в бетон, видоизменяется характер его пористости, после чего бетон по-другому воспринимает воздействие гидростатического давления при замерзании воды, и это приводит к повышению его морозостойкости [6].

Если все стенки пор являются защищенными, повышается устойчивость цементного камня к действию мороза, и по причине поглощения порами свободной воды замерзающий цементный камень уменьшается в объёме при понижении температуры, как и любое твёрдое охлаждаемое тело. Оттаивая, вода возвращается из пор в цементный камень, и защитное действие вовлеченного воздуха продолжается даже в случае попеременного

замораживания и оттаивания. Посредством воздухововлечения повышается также сопротивление бетона разрушающему действию антиобледенителей.

При втором способе для повышения стойкости бетона используют карбонизацию и пуццоланизация. Однако данный способ будет малоэффективен в кислых, углекислых и магниезальных водах.

При третьем способе производят специальную обработку уже готовых изделий:

- покрывают поверхности изделия гидроизоляционными материалами, окрашивая, оштукатуривая или обмазывая;
- осуществляют поверхностную пропитку бетонной конструкции веществами, которые химически реагируют с минералами цементного камня;
- пропитывают структуру бетона различными компонентами, чтобы повысить его эксплуатационную стойкость и прочность [5].

Все описанные выше способы призваны не допустить к поверхности бетона различные агрессивные жидкости или газы. При этом прочностные и деформационные характеристики бетонов не изменяются. Однако третий способ, по нашему мнению, более эффективен, так как позволяет резко увеличить прочность и морозостойкость бетона, повысить его водонепроницаемость и пр. Указанный способ мало освещен в научной литературе, однако с его помощью можно решить большинство проблем, связанных со строительством и эксплуатацией зданий и сооружений в суровых арктических условиях.

Таким образом, при организации строительства зданий, сооружений, а также различных строительных объектов на арктических территориях, необходимо применять различные способы повышения эксплуатационных свойств конструкций из бетона с целью продления долговечности объектов строительства и оптимизации стоимости строительных объектов.

Библиографический список

1. Гарипов К.К. Способы обработки бетонных и железобетонных изделий // Бюл. 1981. № 8.
2. Баженов Ю.М. Бетонополимеры: для инж.-техн. работников строит. индустрии. – М.: Стройиздат, 1983. – 472 с.
3. Касимов И. К., Федотов Е. Д. Пропитка цементного камня органическими вяжущими: для инж.-техн. работников строит. и проектных орг., а также для науч. работников. – Л.: Стройиздат, 1981. – 162 с.
4. Баженов Ю. М. Технология бетона: учеб. для студентов строит вузов. – М.: АСВ, 2002. – 500 с.
5. Структурообразование и разрушение цементных бетонов: для инж.- техн. работников науч.-исслед. орг., а также для преп. и студентов / В. В. Бабков [и др.]. – Уфа: Уфимский полиграфкомбинат, 2002. – 376 с.
6. Теличенко В.И., Терентьев О.М., Лapidус А.А. Технология возведения зданий и сооружений для студ. строит. спец. – М.: Высш. шк., 2006. – 446 с.