

ВКЛАД УЧЕНЫХ ХИСИ-ХНУСА В РАЗВИТИЕ ХАРЬКОВСКОЙ КАНАЛИЗАЦИИ

В 2014 г. исполнилось 100 лет Харьковской канализации. Этому знаменательному событию в жизни г. Харькова был посвящен Всеукраинский семинар «Методы повышения ресурса городских инженерных инфраструктур», который прошел 15-16 октября 2014 г. в Харьковском национальном университете строительства и архитектуры.

История Харьковской канализации неразрывно связана с судьбой и развитием Харьковского национального университета строительства и архитектуры. В первые годы после создания Харьковского инженерно-строительного института на его кафедрах работали выдающиеся ученые профессор Малишевский Н.Г. и профессор Черкес Д.С.

Профессор Черкес Д.С. был основателем Харьковской канализации, автором её проекта, первым начальником строительства и первым директором «Управления канализации» основанного в 1914 г. При этом исполнителем работ при строительстве первой очереди канализации г. Харькова был профессор Малишевский Н.Г.

На протяжении многих десятилетий основные научные разработки ученых университета направлены на:

- повышение эксплуатационной надежности подземных инженерных коммуникаций и сооружений;
- разработку технических средств и технологий ведения аварийно-восстановительных работ на сетях водоотведения;
- интенсификацию работы сооружений механической и биологической очистки городских сточных вод и обработки осадков;
- разработку замкнутых систем оборотного водоснабжения и интенсификацию работы локальных очистных сооружений промышленных предприятий.

По первому направлению разработаны конструктивные и технологические решения строительства смотровых шахт

на действующих сетях водоотведения глубокого заложения

В таких крупных городах Украины как Киев и Харьков сети водоотведения на большинстве участков выполнены как самотечные со значительной глубиной их залегания. Так, в Харькове, наибольшая глубина залегания достигает 52 метров, а в Киеве на отдельных участках превышает 90 м [1].

Большинство смотровых шахт на самотечных коллекторах Харькова было построено в 1970-1980 годы – в период, когда отсутствовали нормативы их количества на определенную длину коллектора. На отдельных участках коллектора водоотведения глубокого заложения в Харькове, длина которых на сегодня составляет 54 км, расстояние между смотровыми шахтами составляет 1 км и более. В результате чего в настоящее время возникла необходимость сооружения дополнительных 70 смотровых шахт различной глубины. Это даст возможность повысить эффективность ремонтно-восстановительных работ на самотечных коллекторах, а также подключения к ним резервных коллекторов [2,3].

В процессе эксплуатации на конструкции смотровых шахт и колодцев воздействуют различные по характеру деформационно-силовые нагрузки. Также отрицательное влияние оказывают инфильтрация подземных вод, химическая агрессия подземной водной среды, которая воздействует на материал обделки смотровых шахт и другие негативные факторы.

Эффективным является применение технологии облицовки разрушенных коррозией стен смотровых шахт панелями из шлакокаменного литья, получаемых из отходов ферросплавной промышленности Украины.

Работы по восстановлению смотрового шахтного ствола с использованием панелей из данного материала были выполнены на смотровой шахте №8

Немышлянского коллектора г. Харькова. Технологический цикл производства облицовочных работ состоял из четырех основных последовательно выполняемых операций:

- 1) установка анкеров и направляющего крепежного профиля;
- 2) монтаж армированных шлаколитых панелей;
- 3) заполнение бетонной смесью секционного пространства;
- 4) покрытие стыков плит модифицированным эпоксидным полимером или полиуретаном [4].

Для ремонта стен смотровой шахты, разрушенной коррозией, на канализационном коллекторе по ул. 17-го Партсъезда в г. Харькове была разработана технология облицовки стен керамическим кирпичом. В соответствии с разработанным проектом технологический процесс восстановления конструкций выполнялся в несколько этапов:

- установка дополнительного арматурного каркаса;
- устройство кладки керамического кирпича (М100, толщина 120 мм, раствор на основе сульфатостойкого цемента) выполняющей в дальнейшем роль несъемной опалубки;
- укладка бетонной смеси (в качестве вяжущего использовался сульфатостойкий цемент) в межстенное пространство.

В последние годы все большее распространение получают полимерные покрытия барьерного типа. Одно из них – «VMX-Базальт».

«VMX-Базальт» – это новый тип толсто пленочных полимерных покрытий барьерного типа, содержащий пластинчатый наполнитель, в качестве которого выступают активированные базальтовые чешуйки (АБЧ), которые представляют собой пластинчатые (чешуйчатые) наполнители, обладающие высокой химической стойкостью [5].

При нанесении на конструкцию покрытия АБЧ в полимерной основе образуют взаимно перекрывающиеся слои, обеспечивающие барьерный эффект. Такая структура в 10-15 раз уменьшает проницаемость покрытия для жидких и

газообразных веществ и обеспечивает отсутствие подпленочной коррозии.

Одной из эффективных технологий повышающих долговечность смотровых шахт является использование полиэтилена.

С использованием ребристого полиэтилена на сетях водоотведения г. Харькова выполнен ремонт более десяти шахтных стволов. При этом предусматривалось заводское изготовление железобетонных панелей, наружная поверхность которых облицовывалась ребристым полиэтиленом [6].

На основании выполненных исследований было установлено:

- полученный в последние годы опыт ремонта и восстановления смотровых шахт на коллекторах глубокого заложения свидетельствует о высокой эффективности применяемых при этом технологий с использованием конструкций из шлакового литья, керамического кирпича и железобетонных панелей, облицованных в заводских условиях профильным полиэтиленом;
- возникшая необходимость возведения дополнительных смотровых шахт на коллекторах глубокого заложения ставит перед исполнителями задачи выбора эффективных современных материалов и технологий, которые повысят эксплуатационную долговечность возводимых конструкций в условиях высокого давления грунтовых вод и воздействия внутренней агрессивной среды;
- окончательный вариант устройства антикоррозионного покрытия железобетонной смотровой шахты может быть выбран в зависимости от конкретных условий строительного производства и технико-экономических показателей рассматриваемого варианта облицовки.

По второму направлению ведутся работы по созданию и освоению энергоэффективных технических средств водопонижения при производстве аварийно-восстановительных работ на сетях водоотведения.

Выполнение аварийно-восстановительных работ (АВР) на сетях водоотведе-

ния, расположенных в обводненных и слабоустойчивых грунтах, особенно в черте старой застройки городов и поселков, при насыщенности действующими коммуникациями и интенсивном движении транспорта является достаточно сложной задачей. Нередко в таких условиях без применения специального способа водопонижения невозможно ликвидировать аварию и произвести необходимые АВР.

Наиболее широкое применение при производстве АВР на сетях водоотведения в последние годы получили иглофильтровые установки локального водопонижения типов ПУВВ, УВВ, УЗВ и УЗВМ [7].

В этих установках создание вакуума во всасывающих системах и откачка воды осуществляются водоструйными (одноструйными) насосами с центральным расположением насадка. Для подачи к ним воды используются центробежные насосы. Установленная мощность электродвигателей этих насосов находится в пределах от 15 (УВВ-3-6КМ) до 30 кВт (УВВ-2).

С целью снижения энергоемкости и массы приводных станций водопонижительных установок было принято решение заменить используемый в них обычный водоструйный насос на полиструйный.

С использованием этого насоса была создана энергоэффективная универсальная установка локального вакуумного водопонижения ПУВВ-5МЕА с автоматизированной системой управления [8,9]. Основной конструктивной особенностью этой установки является использование вместо ранее применяемого одноструйного насоса полиструйного, имеющего значительно меньшие габаритные размеры и более высокий КПД. Кроме того, установка выполнена из отдельных блоков, позволяющих производить ее перемонтаж при монтаже на объектах для ведения работ по трем схемам: с поверхности котлована; из забоя шахты либо котлована; из забоев подземных горизонтальных и наклонных выработок.

Установка ПУВВ-5МЕА имеет максимальную производительность по воде до 60 м³/ч. Потребляемая мощность электродвигателя центробежного насоса типа

КМ100-80-160/2-5 лежит в пределах от 6,2 до 12,5 кВт.

В апреле-мае месяцах 2013 г. для целей водопонижения при ликвидации аварии на канализационном коллекторе по ул. Довгалевского в г. Харькове была смонтирована и пущена в эксплуатацию установка ПУВВ-5МЕА [10].

Проведенные опытно-промышленные испытания установки позволили сделать следующие выводы:

- универсальная установка ПУВВ-5МЕА с полиструйным насосом, регулируемым электроприводом и автоматизированной системой управления в настоящее время является наиболее совершенным техническим средством локального вакуумного водопонижения в мелкозернистых грунтах с малыми коэффициентами фильтрации при выполнении аварийно-восстановительных работ на сетях водоотведения. По сравнению с существующими аналогами она является универсальной, менее металлоемкой, имеет значительно меньшие габаритные размеры, надежна и удобна в эксплуатации. Она эффективно откачивает воду из грунта как при ручном, так и при автоматизированном режимах управления;

- применение частотного регулирования электропривода в установке ПУВВ-5МЕА позволяет автоматически настраивать ее работу на наиболее экономичный режим (с наименьшими затратами электроэнергии) в соответствии с реальными условиями, имеющими место при проведении аварийно-восстановительных работ на канализационном коллекторе. Полученные данные в период испытаний доказали возможность за счет применения частотного регулирования электропривода и системы автоматического управления сокращения затрат электроэнергии на водопонижение примерно на 30%.

Ведутся также работы по изучению коррозионно-агрессивных и экологических опасных процессов в канализационных сетях.

На протяжении более чем 15 лет проводятся исследования микробиологических, химических и физических процессов в бетонных трубопроводах водоотведения:

– образования сероводорода в транспортируемых сточных водах путем микробиологической сульфатредукции;

– элюирования сероводорода из сточных вод, накопления в атмосфере подсводного пространства и в газообразных выбросах из сетей;

– инициация и развитие микробиологической сернокислотной коррозии бетонных канализационных сооружений.

Исследования направлены на разработку мероприятий, повышающих экологическую безопасность и эксплуатационную надежность водоотведения [11-14].

На основании проведенных исследований получено:

– разработана методология неразрушающего контроля и мониторинга биогенной коррозии бетонных конструкций в канализационных сетях, накопления сероводорода в подсводном пространстве и в выбросах из сетей;

– разработан прибор - коррозиметр бетона, и необходимое программное обеспечение для оперативной неразрушающей диагностики глубины и скорости коррозии, остаточного ресурса трубопроводов, а также среднегодовой концентрации сероводорода в атмосфере на участках сетей;

– разработаны методы и оборудования для оперативного прогнозного определения эффективности различных противокоррозионных мероприятий (проветриваний и подтоплений, противокоррозионных пропиток и покрытий) в канализационных сетях;

– выполнено электронное сероводородное картографирование и разработана геоинформационная система (ГИС) канализационных сетей г.Харькова по содержанию сероводорода в сточных водах, атмосфере подсводного пространства (выбросах из сетей) и скорости коррозии бетона;

По третьему направлению ведутся работы по контролю и интенсификации окислительно-деструктивной способности активного ила и его седиментационных свойств.

Исследования направлены на интенсификацию технологических характеристик активного ила при обработке сточных

вод в аэротенках - окислительно-деструктивной способности и седиментационных показателей [15].

По выполненным исследованиям разработан метод раннего выявления факторов, инициирующих развитие «вспухания» ила, а также метод безреагентного подавления уже развившегося «вспухания» ила, успешно апробированный на КБОБ КП «Харьковвооканал».

Показаны динамика концентрации нитратов в очищенной сточной воде и илового индекса, а также динамика концентрации сульфидов в поступающих сточных водах и илового индекса.

Исследуется также глубокая биологическая очистка сточных вод от соединений биогенных элементов азота и фосфора.

Исследования направлены на решение важнейшей народнохозяйственной и экологической задачи – предотвращению эвтрофикации и загрязнения поверхностных водоемов, обеспечению качественной питьевой воды для населения [16].

По результатам выполненных исследований получено:

– разработан метод оперативной оценки нитрифицирующей способности активного ила;

– установлены технологические характеристики нитрификации-денитрификации и дефосфотации в различных схемах обработки сточных вод, а также составов сточных вод;

– выявлен ряд зависимостей между нитрифицирующей и дефосфатирующей активностями ила очистных сооружений и составом сточных вод, параметрами обработки, а также экологическими факторами.

Выполнены работы по повышению эффективности механической очистки городских сточных вод. От эффективности работы сооружений первичного отстаивания во многом зависит эффективность биологической очистки сточных вод.

Разработан метод биокоагуляции сточных вод с последующим флокуляционным перемешиванием [17-19].

По результатам выполненных исследований разработаны технические реше-

ния по интенсификации процесса осаждения взвешенных веществ с использованием сорбционных свойств активного ила и различных вариантов ортокинетической коагуляции и предложена конструкция камеры флокуляции, позволяющая воспроизвести в сооружениях отстаивания рекомендованные параметры флокуляционного перемешивания смеси сточных вод с активным илом.

Для интенсификация процесса биологической очистки городских сточных вод необходимо обеспечить равномерное распределение активного ила и водовоздушной смеси. Проведенные с этой целью исследования показали, что интенсификация процесса биологической очистки в аэротенках осуществляется установкой радиальных донных дисковых рассеивателей, которые обеспечивают равномерное распределение ила и водовоздушной смеси [20,21].

В процессах механической и биологической очистки городских сточных вод на очистных сооружениях канализации образуются различные категории осадков, обработка которых является одной из наиболее сложных задач.

В настоящее время для обезвоживания осадков, несмотря на развитие сооружений механического обезвоживания, в основном применяются иловые площадки. Кроме того, действующими нормами проектирования при любом методе механического обезвоживания осадков иловые площадки предусматриваются как резервные сооружения для сушки 20% годового количества осадков.

Основные направления повышения производительности иловых площадок:

- применение технических средств интенсификации водоотбора (всасывающе-нагнетательной установки) или системы вакуумирования;
- создание иловых площадок на искусственном основании с системами горизонтального и вертикального дренажей;
- предварительная обработка осадков флокулянтами с последующим вакуумированием дренажной системы иловых площадок;

- строгое соблюдение технологического регламента работы иловых площадок.

Разработана технология интенсификация водоотбора с иловых площадок при помощи технических средств, которая позволяет повысить производительность иловых площадок в 2-3 раза [22].

Разработана также иловая площадка интенсивного обезвоживания осадков с системами горизонтального и вертикального дренажей и их регенерации, обладающая высокой производительностью 3-5 м³/м²·год [23].

Разработана эффективная технология интенсификации работы иловых площадок и повышение их производительности, включающая три налива осадка на площадки при гравитационном уплотнении с последующим вакуумированием дренажной системы при помощи всасывающе-нагнетательной установки и регенерации дрен и обсыпки путем периодической продувки их сжатым воздухом при опорожнении системы [24]. В результате такой обработки нагрузка на иловые площадки составляет не менее 6 м³/м²·год. Технология внедрена на КБОБ КП «Харьководоканал».

Разработана новая эффективная технология обезвоживания осадков на иловых площадках, где интенсификация водоотбора с иловых площадок происходит при помощи флокулянтов и технических средств интенсификации водоотбора.

На основании проведенных теоретических исследований разработано технологии интенсификации водоотбора с иловых площадок, которая включает предварительную обработку осадка флокулянтами перед подачей на обезвоживание и последующие вакуумирование [25]. Производительность иловых площадок в результате такой обработки более 10 м³/м²·год, что сокращает необходимую площадь иловых площадок в 5-10 раз.

Выполнены также исследования по интенсификация водоотбора с заболоченных иловых площадок.

Повысить эффективность обезвоживания осадков на заболоченных иловых площадках, у которых отсутствуют или за-

кольматированы дренажные системы и работа которых зависит только от климатических условий можно при помощи локального дренажа модульного типа [26].

В результате проведенных исследований разработаны новые технологические решения по интенсификации удаления иловой воды и повышению производительности иловых площадок при помощи модульной установки локального дренажа с системой вакуумирования. На основании этого предложена новая технологическая схема и математическая модель процесса удаления иловой воды с заболоченных иловых площадок.

Выполнены исследования по усовершенствованию обработки фугата при безреагентном центрифугировании осадков городских сточных вод.

Центрифугирование – эффективный метод механического обезвоживания осадков, который может применяться без предварительной обработки осадков реагентами. При этом упрощается эксплуатация цеха обработки осадка, сокращаются затраты труда и энергетические затраты. Однако, в связи со значительным выносом твердой фазы с фугатом центрифуг особую актуальность приобретают вопросы обработки фугата с учетом современных экономических и технологических требований.

На основании проведенных экспериментальных и теоретических исследований: разработана технологическая схема обработки фугата, образующегося при безреагентном центрифугировании осадков городских сточных вод; определены технологические параметры обработки фугата и регенерации фильтрата [27].

По четвертому направлению для повышения эффективности очистки производственных сточных вод и сброса их в систему городской канализации в соответствии с действующими требованиями разработаны локальные очистные сооружения промышленных предприятий, а также замкнутые системы оборотного водоснабжения.

По повышению эффективности очистки жирсодержащих сточных вод мясомолочной промышленности разработаны рекомендации по расчету и выбору

основных технологических и конструктивных параметров фильтровальной установки. Рекомендованы схемы обработки жирсодержащих сточных вод с утилизацией извлекаемых из сточных вод загрязнений и метод регенерации фильтрующего материала, исключая образование промывных вод [28].

Одними из наиболее опасных в экологическом отношении категории сточных вод промышленных предприятий являются сточные воды коксохимических и металлургических предприятий. Основными загрязнителями этих сточных вод являются взвешенные вещества, фенолы, цианиды, роданиды, аммиак и др.

В результате проведенных исследований разработана технология очистки поверхностно-ливневого стока коксохимических предприятий, а также технология доочистки смеси очищенных поверхностно-ливневых и фенольных сточных вод [29].

Разработана также технология очистки сточных вод гальванических производств машиностроительных и металлургических предприятий.

Проблема очистки сточных вод гальванических производств от ионов тяжелых металлов чрезвычайно актуальна. Эти сточные воды содержат соли тяжелых металлов, кислоты и щелочи, образующихся при химической и электрохимической обработке металлов и их сплавов, а также при нанесении гальванических покрытий. Попадая в водоем без должной степени очистки снижают качество природных вод. Также оказывают негативное влияние на процессы биологической очистки городских очистных сооружений канализации.

С этой целью разработана усовершенствованная технология реагентной очистки сточных вод гальванический производств от ионов тяжелых металлов, в том числе ионов шестивалентного хрома, позволяющая достичь степени очистки до нормативных требований сброса в городскую канализацию и водные объекты [30].

Таким образом, выполненные научные разработки учеными университета су-

ществено повышают надежность и эффективность работы системы канализации г. Харькова.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Гончаренко Д.Ф. Стан облицювання шахтних стволів каналізаційних колекторів і способи їх ремонту/ Д.Ф. Гончаренко, І.В.Корінько, Г.О. Санков // Будівництво України.- К., 1997.-Вип.12.-С.10-12.
2. Гончаренко Д.Ф. Технология ремонта и восстановления шахтных стволов на сетях водоотведения глубокого заложения/ Д.Ф.Гончаренко, И.В. Коринько, Д.А. Бондаренко // Водоснабжение и санитарная техника. -М., 2012. -Вып. 6.- С.51-55.
3. Гончаренко Д.Ф. Исследование технологий возведения смотровых шахт над действующими коллекторами / Д.Ф.Гончаренко, Д.Ю.Олейник // Містобудування та територіальне планування: Наук. техн. збірник. -К., КНУБА, 2013. – Вип. 48.- С. 115-118.
4. Гончаренко Д.Ф. Эксплуатация, ремонт и восстановление сетей водоотведения. – Харьков: Консум, 2008. – 400 с.
5. Официальный сайт ЗАО "Оцелот": [электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://otsetlot.com/index.php/ru/elvi-f/vmx-bazalt>.
6. Гончаренко Д.Ф. Разработка технологии возведения защищенных от коррозии шахтных стволов на действующих канализационных коллекторах глубокого заложения / Д.Ф. Гончаренко, Д.Ю. Олейник // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2014.- Вип. 2 (76). – С.52-55.
7. Болотских Н.С. Строительное водопонижение в сложных гидрогеологических условиях / Н.С. Болотских .- К.: Будівельник, 1976.- 112 с.
8. Болотских Н.С. Универсальная установка локального вакуумного водопонижения ПУВВ-5МЕА с автоматизированной системой управления / Н.С. Болотских, Б.С. Сорокин // Механизация строительства. – М., 2013.- Вып. 10.- С. 3-6.
9. Болотских Н.С. Совершенствование системы управления универсальной установкой вакуумного водопонижения / Н.С. Болотских, Ю.В. Журавлев, В.П. Иванов, О.А. Кулаенко, Б.С. Сорокин // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2012. – Вип. 68. – С. 225-232.
- 10.Болотских Н.С. Совершенствование водопонижения при выполнении аварийно- восстановительных работ на сетях водоотведения // Н.С. Болотских, Б.С. Сорокин, Е.Б. Клейн // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2014. – Вип. 3(77). – С. 40-45.
- 11.Коринько И.В. Борьба с возбудителями микробиологической коррозии бетона трубопроводов водоотведения с помощью химических биоцидных воздействий / И.В. Коринько, В.А.Юрченко, Е.В. Бригада, Е.Н. Гончарова // Коммунальное хозяйство городов .- К.: Техніка, 2002. – Вип. 42. – С. 61-63.
- 12.Шеренков И.А. Влияние экологических факторов на эксплуатационную долговечность бетонных трубопроводов водоотведения / И.А. Шеренков, О. В. Архипов, В.А. Юрченко, Е.В. Бригада // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2007.- Вип. 43.- С. 292-295.
- 13.Юрченко В.А. Химический состав газообразованных выбросов из канализационных сетей / В.А. Юрченко, Е.В. Бригада, А.Ю. Бахарева // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2008. – Вип. 46. – С. 223-227.
- 14.Патент № 84931 Україна. Пристрій для визначення параметрів стану споруд із бетону, які зазнають вплив сірчаноокислотної агресії "Корозиметр бетону" / В.О. Юрченко, І.В.Корінько, В.Г. Михайленко, О.М. Коваленко, С.С. Піліграм, Б.К. Зеленський, О.В. Бригада, П.І. Онацький, Д.Є. Борісевич (Україна),- а.200613363. Заявл. 18.12.2006. Опубл. 25.06.2008. Бюл. №12.
- 15.Патент № 102292 Україна. Спосіб очищення стічних вод / В.О. Юрченко, С.М. Епоян, І.В. Корінько, О.В. Степанов (Україна), - а 201110966. Заявл. 13.09.2011. Опубл. 25.06. 2013. Бюл. №12.
- 16.Есин М.А. Модернизация очистных сооружений канализации с применением технологии глубокого удаления соединений азота и фосфора / М.А. Есин, В.А. Юрченко, А.В. Смирнов / Науковий вісник будівництва. – Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2012. – Вип. 69. – С. 283-287.
- 17.Патент № 22649 А. Україна. Спосіб очищення стічних вод / Г.С. Пантелят, С.М. Епоян, А.А. Тітов (Україна). – а 96030849. Заявл. 05.03.96. Опубл. 17.03.98. Бюл. № 3.
- 18.Патент № 2113413 РФ. Способ очистки сточных вод / Г.С. Пантелят, С.М. Эпоян, А.А. Титов (Украина), - а 96105475/25. Заявл. 11.03.96. Опубл. 20.06.98. Бюл. №17.
- 19.Пантелят Г.С. Очистка воды потрійний ефект / Г.С. Пантелят, С.М. Епоян, Ю.Б. Клейн, А.А. Тітов // Міське господарство України. – К., 1997. - № 2. – С. 41.

20. Патент № 96050 Україна. Радіальний донний дисковий розсіювач / С.М. Епоян, Ю.І. Штонда, О.Л. Зубко, І.Ю. Штонда (Україна), - а 201001008. Заявл. 01. 02. 2010. Опубл. 26.09. 2011. Бюл. № 18.
21. Епоян С.М. Интенсификация работы сооружений биологической очистки на канализационных очистных сооружениях г. Алушты / С.М. Эпоян, Ю.И. Штонда // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, ХТОВ АБУ, 2009. - Вип. 53. – С. 227-231.
22. А.с. № 947090 СССР. Установка для обезвоживания бытовых и производственных сточных вод / Н.С. Болотских, Б.Д. Тиховидов, Т.В. Иванова, А.В. Лопин, Е.Б. Клейн, Н.А. Пасечник. 2980668 / 23-26. Заявл. 11.07.81. Опубл. 30.07.82. Бюл. № 28.
23. А.с. 1742229 СССР. Иловая площадка / Е.В. Двинских, Л.Р. Курдюкова, С.М. Эпоян, А.М. Есин, Е.Б.Клейн. 4756973/26. Заявл. 31.07.89. Опубл. 23.06.92. Бюл. № 23.
24. Болотских Н.С. Промышленные испытания системы интенсификации обезвоживания иловых площадок сточных вод / Н.С. Болотских, С.М. Эпоян, В.Е. Сорокина, В.П. Иванов, Е.Б. Клейн, В.В. Булгаков // Экологія, технологія, економіка водопостачання і каналізація (ЕТЕВК - 2003): міжнар. конгр., 27-31 травня 2003р., м. Ялта: зб. допов. – Ялта, 2003. – С. 225-227.
25. Эпоян С.М. Производственные исследования по интенсификации водоотбора с иловых площадок очистных сооружений канализации / С.М. Эпоян, А.С. Карагяур, В.Е.Сорокина, Е.Н. Орлова, И.В. Коринько, О.В. Степанов // Сучасні проблеми охорони довкілля, раціонального використання водних ресурсів та очищення природних і стічних вод: міжнар. наук. практ. конф., 6-10 квітня 2009 р., м. Миргород: матер. конф. – К.: Товариство "Знання" України, 2009. – Т.1. – С. 71-74.
26. Патент № 96873 Україна. Модульна установка локального дренажу для видалення мулової води з мулових майданчиків / С.М. Епоян, І.В. Корінько, О.В. Степанов, Ю.Б. Клейн. а 201008698. Заявл. 12.07.2010. Опубл. 12.12.2011. Бюл. № 23.
27. Патент № 35281А Україна. Спосіб механічного зневоднення осаду / С.М. Епоян, В.М. Лукашенко, Ю.Б. Клейн, В.В. Булгаков, Т.С. Айрапетян. а 99095134. Заявл. 16.09.1999. Опубл. 15.03.2001. Бюл. № 2.
28. Эпоян С.М. Применение эластичного пенополиуретана для очистки жиросодержащих сточных вод мясомолочной промышленности / С.М. Эпоян, С.В. Лукашенко // Науковий вісник будівництва.– Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 1999.– Вип.6.–С.148-151
29. Пантелят Г.С. Замкнена система оборотного водопостачання коксохімічних підприємств / Г.С. Пантелят, С.М. Епоян, В.Г. Слепцов, О.С. Лісогор // Збірник наукових розробок ХДТУБА. – Харків: ТОВ "ТО Ексклюзив", 2005. – С. 45-46.
30. Эпоян С.М. Очистка сточных вод гальванических и травильных отделений методом тонкослойного отстаивания / С.М. Эпоян, А.А. Сыроватский, С. В. Лукашенко, А.Б. Ефремов // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2007. – Вип. 40. – С. 151-154.

УДК 624.074

Бабаев В.Н., Шмуклер В.С., Стоянов Е.Г., Лугченко Е.И., Хаинсон Ю.А.

Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.Н. Бекетова

УСТАНОВЛЕНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК (АЧХ) НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ

1. Общая часть. Целью данной работы являлось экспериментально – теоретическое исследование особенностей деформирования несущих конструкций здания цеха сахарного завода. Указанная цель

предопределена длительностью срока эксплуатации, и как следствие, частичным исчерпанием конструктивного ресурса данного сооружения, деструкциями, внесенными при выполнении реконструкций и ремонтов, а также спецификой имеющих