



СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY



ПРОСПЕКТ СВОБОДНЫЙ- 2017

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ СТУДЕНТОВ,
АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
“ПРОСПЕКТ СВОБОДНЫЙ 2017”
ПОСВЯЩЕННОЙ ГОДУ ЭКОЛОГИИ В РФ

КРАСНОЯРСК, СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

17-21 АПРЕЛЯ 2017 Г.

**Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»**

Проспект Свободный - 2017

Материалы научной конференции
посвященной Году экологии в Российской Федерации
17-21 апреля 2017 г.

Электронное издание

Красноярск
СФУ
2017 г.

**Экологизация строительства в условиях
урбанизированных территорий**

Ecologization of construction in urbanized areas

**ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ОТХОДОВ КИРПИЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА
В КАЧЕСТВЕ СОРБЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ОБОРОТНЫХ СИСТЕМ
ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

Харченко Т. И, Эльдарзаде Э. О, Жмаков Е. В.

Научный руководитель канд. техн. наук Дубровская О. Г.

Сибирский федеральный университет

На территориях нефтегазодобывающих участков часто возникает проблема с утилизацией сточных вод, как от промышленных предприятий, так и от хозяйственно-бытовой канализации. Основными загрязнителями промышленных сточных вод, как правило, являются ионы тяжелых металлов и нефтепродукты.

Для кондиционирования нефтесодержащих сточных вод, как правило, используют технологию сорбционной очистки. Многие из известных сорбентов обладают большой сорбционной емкостью и достаточно эффективны в эксплуатации. Однако, экономические показатели их производства определяют высокую стоимость продукта, что не удовлетворяет требованиям потребителей, а также возникают проблемы с утилизацией использованных сорбентов. Вместе с тем, перспективные и экономически выгодные сорбенты представляется возможным изготавливать из вторичного сырья. Данные материалы позволяют решить сразу две проблемы: очистка воды и одновременно утилизация отходов.

В настоящей работе проанализирована возможность использования в качестве сорбционного материала для извлечения нефтепродуктов и ионов тяжелых металлов из стока отходов кирпичного производства. Таким образом, в работе комплексно решается экологическая задача: отходы предприятий по изготовлению кирпича при его обжиге переводятся в ранг вторичных материальных ресурсов, что также снижает экологическую нагрузку.

Глиез является отходом кирпичного производства, полученным в результате обжига глины, при производстве кирпича. Химический состав глин и специфические условия обжига определили уникальные свойства данного материала, которые позволяют рассматривать его применение в различных областях промышленности. В частности, в виду его природной пористости специалистами СФУ проведено исследование данного материала на возможность его применения в качестве сорбента для извлечения тяжелых металлов. Предварительно сорбент был активирован термокислотной обработкой и гидротермодинамической кавитацией.

Результаты испытаний показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика сорбционного материала разных способов активации

Показатель	Глиеж, активированный термокислотным способом	Глиеж, активированный гидротермодинамическим способом
Вид	Гранулы свободной формы, размером 1,15-1,3 мм, цвет от белого до кремового	Гранулы свободной формы, размером 0,03-0,3 мм, цвет от белого до кремового
Сорбционная емкость (поглощающая способность) по меди, мг / г	17,52 – 25,6	15,79 – 26,7
Температура применения, °С	+4...+25	+4...+25
Степень извлечения тяжелых металлов	81,2%	95,1%
Сu	64%	86,9%
Fe	86,6%	98,9%
Pb	92,9%	99,7%
Максимальная доза сорбента	5 – 12,8 г/л	5 – 9,4 г/л
Доза выгружаемого сорбента	0,7 мг/л	0,68 мг/л
Расчетная высота сорбционной загрузки в адсорбере	В зависимости от D сорбционного фильтра 0,45 – 1,2м	В зависимости от D сорбционного фильтра 0,8 – 1,5м

В связи с этим нами была проведена оценка возможности применения глиежа для очистки сточных вод. Для интенсификации процесса сорбции были предложены три варианта активации – термокислотный, щелочная активация и гидротермодинамический способ активации. Для последующей оценки характеристик сорбционного материала был применен модельный раствор стока, содержащего тяжелые металлы, такие как медь и свинец, а также ионы железа. Оценивались такие показатели как полная сорбционная емкость, степень извлечения металлов, высота загрузки и объем выгружаемого сорбента.

В лаборатории были проведены исследования сорбционной емкости и эффективности сорбента с эталонным сравнением. Проведено 5 экспериментальных линий с выявлением погрешности эксперимента. Результаты обработаны и представлены к математическому моделированию сорбционного процесса, диаграмма рисунок 1.

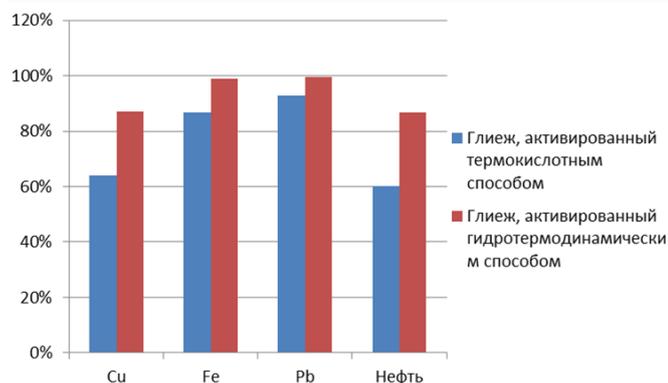


Рис. 1 – Эффективность очистки сточных вод от металлов и нефтепродуктов при различной активации глиежа

В ходе экспериментальных исследований выявлено, что при обработке глиежа кислотой, происходит увеличение пористости поверхности сорбента с образованием макро-, мезо- и микропор, за счет чего увеличивается сорбционная емкость сорбента. При добавлении щелочи, на поверхности сорбента образуется монослой силикатных соединений, в частности алюмосиликат и силикат кремния, способствующие химической сорбции на поверхности глиежа. Но самой эффективной обработкой сорбента стала кавитация, которая поспособствовала созданию пор различной крупности, а также образованию центров активации.

При анализе насыпной емкости сорбента, долговечности, высоты слоя загрузки были смоделированы основные характеристики конструкции фильтра, которые показали значительное уменьшение размера фильтрационной установки, что позволяет уменьшить площади размещения установки фильтра и площадь зоны санитарной охраны, что выгодно для предприятия. Общая схема с включением сорбционной установки представлена на рисунке 2.

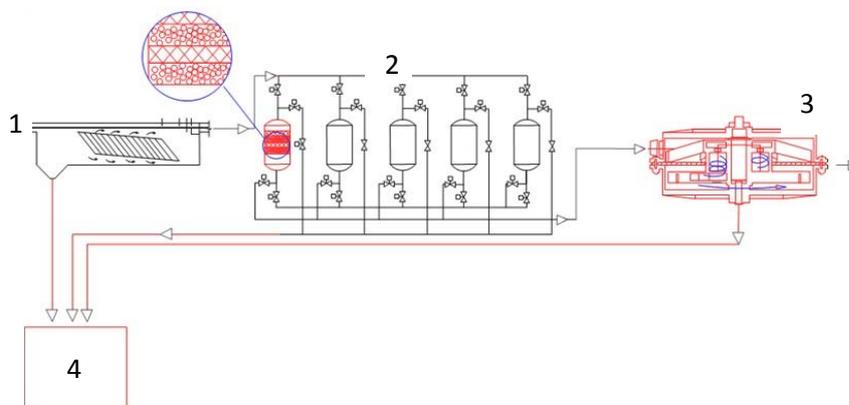


Рис. 2 – Схема очистки промышленного стока

1 – Тонкослойный отстойник с нефтеловушкой; 2 – сорбционный фильтр; 3 – кавитатор; 4 - шламоуплотнитель

Таким образом, внедрение в технологическую схему блока сорбционных фильтров с применением сорбционной загрузки на основе глиежа, позволяет в значительной степени повысить эффективность очистки промышленного стока и как следствие увеличить экологическую устойчивость территории. С точки зрения экономического обоснования данное техническое решение позволит существенно снизить эксплуатационные затраты предприятия за счет повторного использования очищенной воды в качестве технической и пластовой. Внедрение современных наукоемких технологий в процессы очистки стоков позволяет решить вопросы ресурсосбережения, экологизации производств в сложных природно-климатических условиях. Дополнительно, этот метод будет способствовать замкнутому обороту воды и рециклингу отходов кирпичного производства, с исключением дополнительных затрат на сброс сточных вод и утилизацию отходов.

Список использованных источников

1. СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод», Минздрав России 2000 г
2. ГН 2.1.5.1315–03. *Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования*. М.: Минздрав России, 2003.
3. Дубровская О. Г, Бобрик А. Г, Харченко Т. И, Жмаков Е. В, Эльдарзаде Э. А. Экологическая безопасность нефтегазопромысловых участков. *Региональная энергетика и энергосбережение*, 2017, 2 (1), 2
4. Дубровская О.Г, Кулагин В.А. *Интенсификация процессов сорбционной очистки нефтесодержащих сточных вод с использованием гидротермодинамических эффектов кавитации*. *Журнал сибирского федерального университета*, 2008, 9(2), 279

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА МОДИФИЦИРОВАННЫМ СОРБЕНТОМ

Андреева С.А.

Научный руководитель канд. техн. наук Курилина Т.А.

Сибирский федеральный университет

Сорбционное извлечение металлов из сточных вод получило достаточно широкое распространение вследствие высокой эффективности очистки и отсутствия вторичных загрязнений. Сорбционные материалы поглощают из водных растворов металлы практически до любых остаточных концентраций.

В качестве сорбента для очистки сточных вод содержащих ионы тяжелых металлов предлагается использовать AkdolitKesselburgerPelm-GranCM3 (Akdolit-Gran). Данный сорбент в основе которого доломитовое сырье, производится в Германии и широко используется на Западе и в Европейской части РФ и полностью соответствует международным требованиям DINEN 1107 тип А для использования в питьевых целях.

Задачей исследований было изучение физических свойств сорбционного материала Akdolit-Gran итермодинамических закономерностей сорбционного процесса, а также составление математической модели обезвреживания сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов, экспериментально-статистическим методом для нахождения оптимальных режимов обработки данных стоков.

Полученные в ходе экспериментальных исследований технические характеристики сорбента Akdolit-Gran представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики

Суммарный объем пор, V_{Σ} (см ³ /г)	0,103
Насыпная плотность, ρ_n (г/см ³)	1,15
Истинная плотность ρ (г/см ³)	2,37
Средняя плотность ρ_0 (г/см ³)	2,26
Пористость П (%)	4,64
Водопоглощение W (%)	10,3

Исследования процесса сорбции тяжелых металлов проводили в статических условиях методом отдельных навесок с использованием модельных растворов со

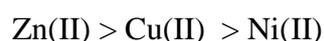
следующими концентрациями: $Cu^{2+}=60$ мг/дм³; $Ni^{2+}=15$ мг/дм³; $Zn^{2+}=20$ мг/дм³. Данные концентрации наиболее распространены в сточных водах гальванических производств. Остаточную концентрацию определяли на атомно-эмиссионном спектрометре с индуктивно связанной плазмой.

Согласно современным представлениям, механизм сорбции металлов сорбентами включает две стадии: внешнюю и внутреннюю диффузию. Лимитирующей стадией может быть внешняя, внутренняя и смешанная диффузия. В таблице 2 отображена кинетическая зависимость процесса сорбции ионов меди (II), никеля (II) и цинка (II) от дозы реагента.

Таблица 2 – Результаты расчета константы скорости в зависимости от дозы реагента

Дозы мг/дм ³	K, сек ⁻¹		
	Cu(II)	Ni(II)	Zn(II)
1	3,28	2,02	5,05
1,2	3,3	2,77	4,02
1,4	3,3	3,18	4,56
1,6	3,9	2,54	4,44
1,8	3,4	2,05	2,97
2,0	2,78	1,89	2,51

Что и дает следующую последовательность распределения металлов по скорости извлечения:



Термодинамика позволяет также предсказать влияние температуры на интенсивность иммобилизации ионов тяжелых металлов из водной среды.

Известно, что сорбция процесс экзотермический, следовательно, с увеличением температуры емкость сорбента по отношению к металлам уменьшается[1], что и подтверждается результатами в таблицах. 3 и 4.

Явления физической и химической сорбции четко различаются в редких случаях. Обычно осуществляются промежуточные варианты, когда основная масса адсорбированного вещества связывается сравнительно слабо и лишь небольшая часть – прочно[2]. При повышении температуры увеличение химической адсорбции с некоторой температуры начинает перекрывать падение физической сорбции, поэтому температурная зависимость сорбции в этом случае имеет четкий минимум, таблица5.

Таблица 3 – Зависимость сорбционной емкости от температуры раствора

№ п/п	Температура °С	Cu(II)	Ni(II)	Zn(II)
1	11,5	41,78	10,22	14,06
2	17,0	42,75	10,59	14,28
3	25,0	42,76	10,63	14,26
4	33,0	42,76	10,67	14,28
5	38,5	42,77	10,70	14,27
6	60,0	42,76	10,62	14,22
7	70,5	42,71	10,61	14,20
8	80,0	42,71	10,57	14,14

Таблица 4 – Результаты расчета константы скорости

Температура °С	K, сек ⁻¹		
	Cu(II)	Ni(II)	Zn(II)
11,5	3,3	3,08	4,17
17,0	5,98	4,53	7,2
25,0	6,15	4,9	6,47
33,0	6,13	5,59	7,34
38,5	6,21	7,05	7,5
60,0	6,09	4,76	5,51
70,5	5,67	4,63	5,22
80,0	5,65	4,31	4,62

Таблица 5 – Результаты расчета зависимости остаточной концентрации от температуры водной среды

Температура °С	C _{ост.} , мг/дм ³		
	Cu(II)	Ni(II)	Zn(II)
11,5	2,201	0,689	0,308
17,0	0,151	0,161	0,005
25,0	0,128	0,112	0,031
33,0	0,131	0,056	0,0053
38,5	0,121	0,013	0,0101
60,0	0,136	0,128	0,0805
70,5	0,207	0,146	0,108
80,0	0,210	0,202	0,196

Распределение растворенного вещества между двумя несмешивающимися жидкостями подчиняется закону распределения. Согласно которому, отношение равновесных концентраций (исходной и остаточной) в обеих жидкостях остается для данной температуры величиной постоянной, что позволило рассчитать оптимальную дозу сорбционного материала для извлечения ионов металлов.

За одну сорбционную фазу для извлечения ≈ 66 г меди, ≈ 23 г цинка и ≈ 15 г никеля требуется 1 грамм сорбента.

Для обоснования основных технологических параметров процесса очистки стоков, содержащих ионы меди, никеля и цинка, было проведено планирование эксперимента методом рототабельного плана второго порядка Бокса-Хантера, были выявлены основные факторы, влияющие на исследуемый процесс и характеризующие его выходные параметры. Основным уровнем, интервалами варьирования и границы области исследований выбирались на основании данных предварительного эксперимента. Расчет полиномиальной модели был произведен по методу МНК, к алгоритму применимы условия GNU General Public License отлаженные в Python 3.4, также использовалась программа LaTeX для получения общих соотношений для выходных параметров.

После того, как уравнения регрессии были найдены, провели статистический анализ полученных результатов. Затем были получены графические интерпретации, позволяющие регулировать процесс сорбционного обезвреживания сточных вод в автоматическом режиме и учитывать в дальнейшем технико-экономические показатели.

Таким образом, в ходе проведенных исследований, получены результаты, которые дают возможность более точно понять природу модифицированного сорбента Akdolit-Gran и составить математическую формулировку модели обезвреживания сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов, что позволяет систематизировать и структурировать сам процесс сорбции, и создать основу для его понимания.

Список использованных источников

1. Кельцев Н.В. Основы адсорбционной техники / Н.В. Кельцев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1984. – 592 с.

2. Левченко С.И. Физическая и коллоидная химия. Конспект лекций. Ч.2 Химическая кинетика и катализ. – Ростов-на-Дону: государственный университет, кафедра физической и коллоидной химии, 2004. – 27с.

ВЛИЯНИЕ МЕХАНОАКТИВАЦИИ НА ВЯЖУЩИЕ СВОЙСТВА ЗОЛЫ

Чудаева А.А., Шваенко Д.С.

Научные руководители канд. техн. наук Енджиевская И.Г.,

канд. техн. наук Василовская Н.Г.

Сибирский федеральный университет

Основным видом промышленных отходов, занимающих одно из первых мест по объему выхода как по России в целом, так и в Красноярске являются отходы теплоэнергетики, так как основным источником энергии служат топливо содержащие ископаемые – такие как антрациты, бурые и каменные угли. В результате сжигания углей образуются около 50 млн. тонн в год золошлаковых отходов в состав которых входят: золы, размером частиц меньше 0,3 мм и шлаки с размером частиц от 1 до 50 мм. Эти золоотвалы создают большую экологическую напряженность, предоставляют угрозу для окружающей среды и здоровья людей. В результате ветровой эрозии частицы золы поступают в атмосферу и распространяются на несколько километров.

Рост применения золошлаковых отходов позволяет сократить их накопление и снизить нагрузку на окружающую среду. Золошлаковые отходы можно использовать в производстве различных бетонов, строительных растворов, керамики, теплогидроизоляционных материалов, дорожном строительстве, где они могут быть использованы взамен песка и цемента.

Пригодность золы для изготовления вяжущих и бетонов устанавливается путем опытной проверки химического состава и содержания вредных примесей, к которым относятся несгоревшее топливо, сера, негашеная известь, оксид магния.

Химический, минералогический и фазовый составы у зол зависят от вида сжигаемого угля, условий его сжигания, способа улавливания и отбора зол из шлаков.

Фазовый состав делит золы, учитывая три возможных фазовых составляющих:

- I фаза: стекловидная
- II фаза: частично кристаллизованная
- III фаза: аморфизированная

Наиболее активной в химическом плане является стекловидная часть, а так же аморфизированное вещество в виде глинистых минералов. Наименьшей активностью обладает частично закристаллизованная фаза.

Таблица 1 - Физико-механические свойства золы

Место отбора золы	Удельная поверхность, см ² /г	Остаток на сите № 008, %	Нормальная густота, %	Сроки схватывания, ч-мин		Предел прочности после тепловой обработки, МПа			
				начало	конец	при изгибе		при сжатии	
						1 сут.	28 сут.	1 сут.	28 сут.
Красноярская ТЭЦ-2	3434	12,1	26,75	0–30	1–20	1,1	2,4	6,5	7,9 5

По химическому составу золы делятся путем определения модуля основности соотношением содержащихся в золах оксидов основных зол к оксидам кислых зол:

- 1 класс: $M_o = 0,6 - 1,5$

- 2 класс: $M_o < 0,6$

Основным оксидом, характеризующим золы как основные или кислые является CaO.

В антропогенных и каменных углях преобладает SiO₂, а не CaO, поэтому такие золы получаются кислыми с суммарным содержанием кислых оксидов около 80% и более и с низким модулем основности, и характеризуются пуццолановой активностью. Их используют либо как пуццолановую добавку, либо как инертный материал.

При сжигании бурых углей образуется максимальное количество CaO, содержание которого может достигать до 40 %. Такие золы имеют высокий модуль основности и делятся по химическому составу на:

- Средне кальциевые - содержание CaO_{общ.} 20-30% и CaO_{своб.} < 3%
- Высококальциевые - содержание CaO_{общ.} 30-45% и CaO_{своб.} до 9%
- Ультра высоко кальциевые - содержание CaO_{общ.} > 45% и CaO_{своб.} > 10%

А так же отличаются гидравлической активностью, могут использоваться как сырье для получения вяжущих или как самостоятельное вяжущее.

Таблица 2 – Химический состав золы Красноярской ТЭЦ-2

Наименование показателя	Зола Красноярской ТЭЦ-2
SiO ₂	35,6
CaO	28,73
CaO _{св}	7,1
MgO	3,44
Fe ₂ O ₃	8,8
Al ₂ O ₃	8,21
SO ₃	3,9
K ₂ O	
Na ₂ O	

Потери при прокаливании	1,12
Хлориды	10,2

Для предотвращения негативного влияния $\text{CaO}_{\text{своб.}}$ высококальциевых и ультравысококальциевых зол, вызванного поздними сроками гидратирования из-за стекловидной поверхностной оболочки их предварительно подвергают «активации» - специальным технологическим приемам, позволяющим снизить содержание CaO в свободной форме. Для этого применяют следующие методы:

- предварительный помол
- автоклавирование
- обработка в быстроходном смесителе

Для активации выбранной золы был выбран метод кавитационной обработки.

Самой непостоянной по химическому составу, но отличающейся высокой активностью считаются золы ТЭЦ-2, поэтому для наблюдения влияния активации золы с помощью кавитационной обработки с возможностью стабилизации свойств была выбрана зола ТЭЦ-2.

Отрабатывали несколько режимов воздействия кавитации на физические свойства золы. Исследуемыми параметрами являлись скорость и продолжительность обработки. Время изменяли в пределах от 1 до 5 минут, обрабатывая на оборотах – 3000 об/мин.

Прочность образцов-растворов размерами 4 x 4 x 16 см обрабатываемых 1 мин на оборотах 3000 об/мин заметно возрастала, по сравнению с контрольным образцом, но при увеличении времени обработки до 3 и 5 мин на 3000 об/мин прочность образцов заметно снижалась в сравнении с контрольным образцом.

Влияние скорости 3000, 5000, 10000 об/мин при 1 мин обработке на свойства золы без заполнителя следующее. Прочность образцов размерами 2 x 2 x 2 см обрабатываемых 1 мин на оборотах 3000, об/мин заметно возрастала, по сравнению с контрольным образцом, но при увеличении скорости обработки до 5000 и 10000 об/мин прочность образцов заметно снижалась.

Таким образом, кавитация положительно влияет на гидравлические свойства золы, с увеличением прочности при 1 мин кавитационной обработке на оборотах 3000 об/мин.

Список используемых источников

1. Баженов, Ю.М. Технология бетона: учебник / Ю.М. Баженов. – М.: Изд-во АСВ, 2003. – 499 с.
2. Баженов Ю.М., Дворкин Л.И. Ресурсосбережение в строительстве за счет применения побочных промышленных продуктов. — М.: ЦМИПКС, 1986. - 66 с.
3. Саломатов В.В. Природоохранные технологии на тепловых и атомных электростанциях: монография / В.В. Саломатов. – Новосибирск: изд-во НГТУ, – 2006. – 853 с.
4. Состав и свойства золы и шлаков ТЭС. Справочное пособие под ред. Мелентьева В.А., Л.: Энергоатомиздат, 1985. – 185 с.
5. ГОСТ 25818-91 Золо – уноса тепловых электростанций для бетонов. Технические условия. – Введ. 01.07.1991

IDENTIFICATION AND MITIGATION OF INFILTRATION AND INFLOW TO VŠESTARY SEWER SYSTEM

Ing. Hana Rosová

Diploma thesis

Czech Technical University in Prague

2016/2017

Diploma thesis deals with new built sewer system in village Všestary in Czech Republic. Sewer system was built in autumn 2015 but it is not working properly. There was a big amount of waste water in sewer even before first persons were connected to the sewer.

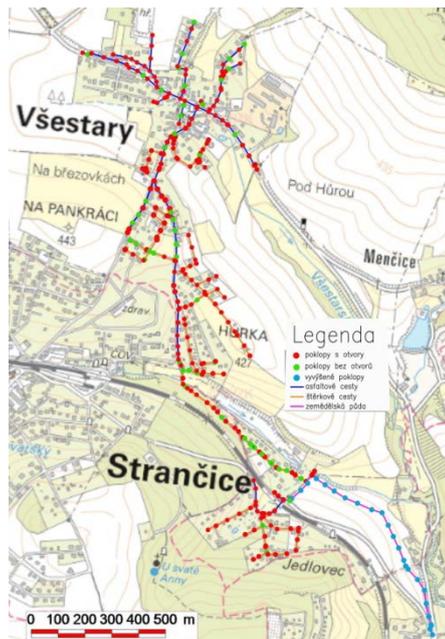
My thesis was separated to two parts – theoretical and practical. In theoretical part was described waste water and sewers in general. There was also description of standards which should be followed. The standards dealing with ventilation in sewers defined that covers should be preferably with ventilation holes. Number and area of holes are settled. On the other hand it also defined that the proportion of rainwater in the sewerage system should be minimal. The problem is that through venting holes in the covers flows a large amount of rainwater. It means that interpretation of the standards is problematic.

In practical part was solved the problems of identifying and reducing the amount of ballast water in the sanitary storm sewer in village Všestary with an emphasis on maintaining adequate ventilation drains.

In particular steps I made:

1. a description of the sewerage system and the characteristics of the wider area
2. field survey of sewerage
3. evaluate the sources and quantities of ballast water
4. the overall balance of wastewater in the sewer network
5. research of possibilities how to reduce ballast water and preserve venting
6. proposals of actions how to reduce the ballast water in Všestary and their calculations

1. Sewer is 8 km long and is rated for 1,000 inhabitants. It is made of plastic circular pipes with DN 300. Sewer does not lie in homogeneous terrain and therefore must be part of the sewage pumped. On the sewer was installed three flow measurement. Measurements are in two pump stations and at the end of the sewage. In this work I assembled and calibrated rain gauge. Waste water from Všestary is going to the sewer system of next village and then to wastewater treatment plant.



Picture 1: Map of sewer in Všeřtary. Red - covers with venting holes, Green - full covers, Blue - covers above ground

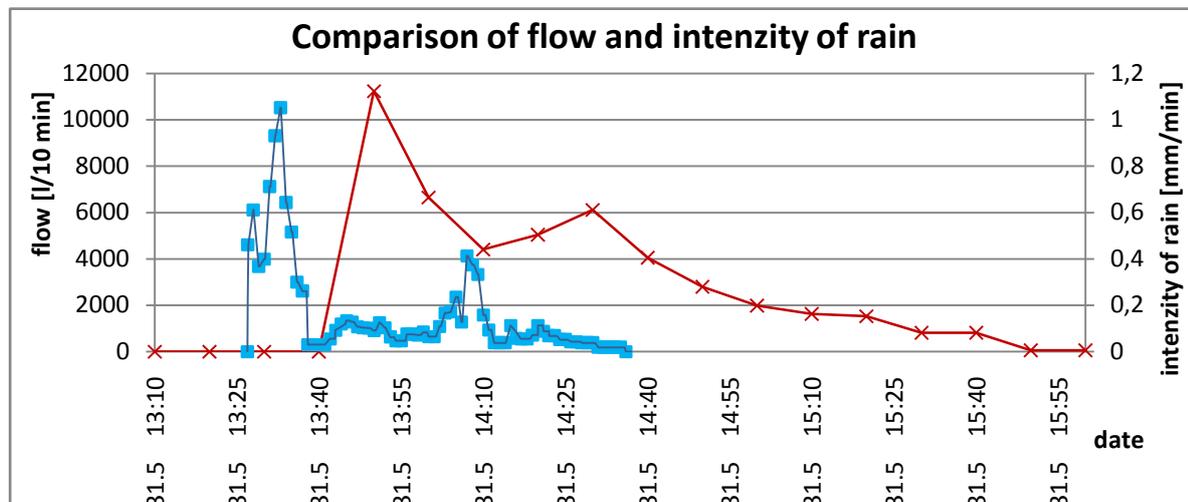
2. When designing a sewer system in Všeřtary was not predetermined, which manhole will be fitted by full covers without venting holes and which manholes will be fitted by covers with holes. Covers with the venting holes were about 80% of all covers and their distribution was not determined in advance. The waste water in sewers was, before the connection of house connections, measured in higher flow rates than expected and this effect continued throughout the population connecting to the sewerage system. In Všeřtary I personally made several field surveys where I was determining where are full covers and where are covers with venting. I was also determining the covers which were situated in unsuitable place or which were badly settled.



Picture 2 - Covers used in Všeřtary - with venting holes and full covers

3- To determine the resources and the amount of ballast water, ballast water was divided into **infiltrated ground water** and **rain water** flowed through the cover. Infiltrated ground water

was calculated on the length on the length of the sewer and is $1,16 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$ and $9.54 \text{ m}^3 \cdot \text{day}^{-1}$ for the whole network. The quantity of rainwater was determined *depending on the rain, which caused the increase flow in the pipe.*



Picture 3 - Graph of increased flow caused by rain. Red - Flow, Blue - intensity of rain

4. From the total balance of wastewater in Vřestary is clear that ballast water significantly increase the total amount of water that is transferred by the sewer. The volume of ballast water, expressed relative to the total volume of wastewater constitutes 15%. The volume is made up of ballast water infiltrated groundwater and rainwater which came by covers approximately equally. It means that for a drastic reduction of ballast water it is not sufficient to only use the full covers. High percentages of ballast water is also affected by the fact that to the sewerage system in Vřestary is connected not many house connections. The relatively long sewer flow less waste water from people and ballast water forms a greater percentage of wastewater, than it would be in the city.

5. For reducing the amount of ballast water in the sewerage system is the most effective prevention, especially careful planning and construction of sewer. In Vřestary it is possible to apply only those solutions that can be realized when the sewer already used. In the thesis was solved only ballast water from rain, since reduction of infiltration of groundwater would require more detailed research in the field. Proposals are in five variants including blinding vents in manhole covers, the use of inserts into manholes, reducing the amount of covers with holes, using full covers with venting mushrooms and use of waterproof covers. Inflow of rainwater most decreases the fourth proposal, namely the installation of a full covers and sealing the cover. Ventilation is made through ventilation mushrooms. However, this option requires exchange of all covers and installation of sealing and buying mushrooms, and therefore it is financially very costly. Compromise option is to reduce the number of non-elevated manhole covers with venting holes according to the third proposal. It would decrease the number of covers with holes from current 80 % to 20 % to just

20%. The covers which should be used without holes were calculated. It is not possible to use all full covers because we need to preserve venting of sewerage.

Places where is possible to use full covers are:

- manhole with water jump
- the manhole with well hole
- manhole near pump stations
- manholes in the ends of the branches of the sewerage network



Picture 4 -One of the proposals: full covers with sealing and venting by venting mushrooms



Picture 5 - Some other proposals: using blinding vents in manhole covers, the use of inserts into manholes

Finally, it can be said that Czech Republic cares about ecological services in all towns and villages. In large cities sewer is already an integral part of urban infrastructure, but in smaller villages it is still a common a individual dealing with wastewater. It is therefore expected that the construction of sewerage outside the big cities will be a hot topic in the next years. All sewers which will be built will also deal with the problem of inflow of ballast water and venting of sewer. Vřestary is an example of the underestimation of construction. They do not solve the problem of venting of sewer in advance and now they will have to give a lot of money to solve the problem. The best solution is prevention and solving the problem with venting with designing of sewer.