

Соискатель: Матвеев Никита Андреевич

Научный руководитель: профессор,

доктор технических наук Первов Алексей Германович

Название диссертации:

**«РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОБРАТНОГО
ОСМОСА ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД С
ВОЗМОЖНОСТЬЮ ПОВТОНОВОГО
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ»**

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Московский государственный строительный университет» на кафедре «Водоснабжение»

ЦЕЛЬ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ:

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ОЧИСТКИ ЛИВНЕВЫХ СТОЧНЫХ ВОД ПРОМПЛОЩАДОК И ОБОРОТНЫХ ВОД АВТОМОЕЧНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ МЕМБРАННЫХ УСТАНОВОК (ВЕЛИЧИН ВЫХОДА ФИЛЬТРАТА, ТИПОВ МЕМБРАН, РАБОЧЕГО ДАВЛЕНИЯ, РАСХОДОВ ТАНГЕНЦИАЛЬНОГО ПОТОКА В МЕМБРАННЫХ КАНАЛАХ) И ИХ ОПТИМАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ, ОБОСНОВАНИЕ НИЗКИХ (ПО СРАВНЕНИЮ С СУЩЕСТВУЮЩИМИ) КАПИТАЛЬНЫХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ, РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПРИМЕНЕНИЮ РАЗРАБОТОК ДЛЯ ОЧИСТКИ ЛИВНЕВЫХ СТОКОВ ПРОМПЛОЩАДОК, АЗС, АВТОСТОЯНОК, А ТАКЖЕ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ОБОРОТНЫХ КОНТУРОВ АВТОМОЕК.

НАУЧНАЯ НОВИЗНА:

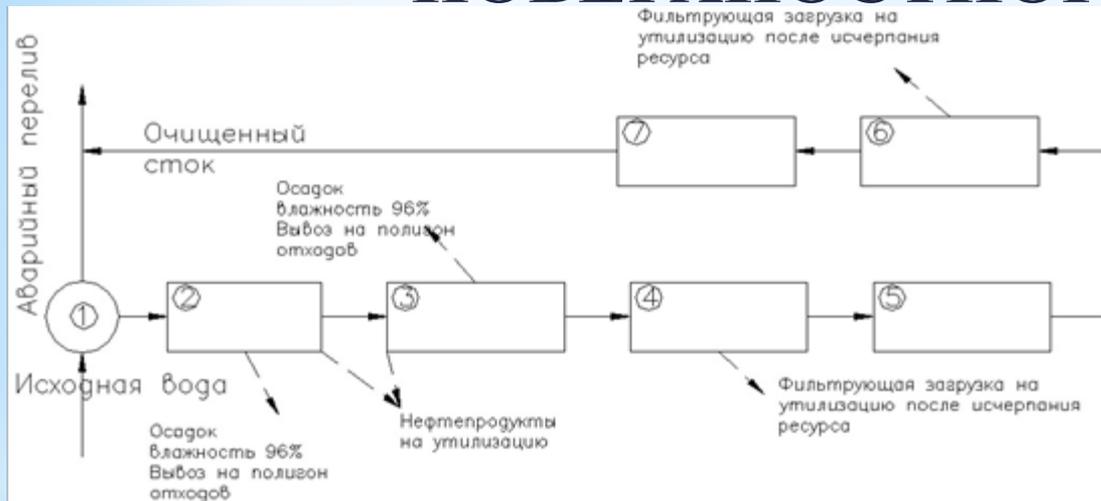
1. ВПЕРВЫЕ РАЗРАБОТАНА, ОПРОБОВАНА И ВНЕДРЕНА ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД С ПРИМЕНЕНИЕМ ОБРАТНООСМОТИЧЕСКИХ МЕМБРАН, В КОТОРОЙ СОКРАЩЕН СБРОС КОНЦЕНТРАТА, НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ И АВТОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЯХ МОСКОВСКОГО РЕГИОНА.
2. ВПЕРВЫЕ В ПРАКТИКЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ МЕМБРАН ВЗВЕШЕННЫМИ И КОЛЛОИДНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ РАЗРАБОТАНА МЕТОДИКА ОЦЕНКИ СКОРОСТЕЙ ОСАДКООБРАЗОВАНИЯ НА МЕМБРАНАХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАЗМЕРОВ И МАССЫ ЧАСТИЦ, НАХОДЯЩИХСЯ В ИСХОДНОЙ ВОДЕ.
3. СОЗДАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЗВОЛИЛА ПОЛУЧИТЬ ДО 1% КОНЦЕНТРАТА ОТ ОБЩЕГО ОБЪЕМА ИСХОДНОЙ ВОДЫ, ПРЕДСТАВЛЯЮЩИЙ СОБОЙ СОЛЕНЬИЙ (ДО 20 Г/Л) ОСАДОК.
4. СХЕМА ОЧИСТКИ ПОЗВОЛЯЕТ ПОВТОРНО ИСПОЛЬЗОВАТЬ ОЧИЩЕННУЮ ВОДУ НА ТЕХНИЧЕСКИЕ НУЖДЫ.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ:

- РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ, НЕ ТРЕБУЮЩЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ РЕАГЕНТОВ И ЗАМЕНЫ СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ;
- ПРИМЕНЕНИЕ МЕМБРАННЫХ УСТАНОВОК ПОЗВОЛИЛО ЗНАЧИТЕЛЬНО (В 3-5 РАЗ) СОКРАТИТЬ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ЗАТРАТЫ ВОДООЧИСТНЫХ УСТАНОВОК ПО СРАВНЕНИЮ С ТРАДИЦИОННЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ ЗА СЧЕТ ОТКАЗА ОТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОРБЦИОННЫХ ФИЛЬТРОВ;
- РАЗРАБОТАННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ЛЕГЛИ В ОСНОВУ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, РЕКОНСТРУКЦИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА И СТОКОВ СТАНЦИЙ МОЙКИ АВТОМОБИЛЕЙ;

СУЩЕСТВУЮЩИЕ СХЕМЫ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА

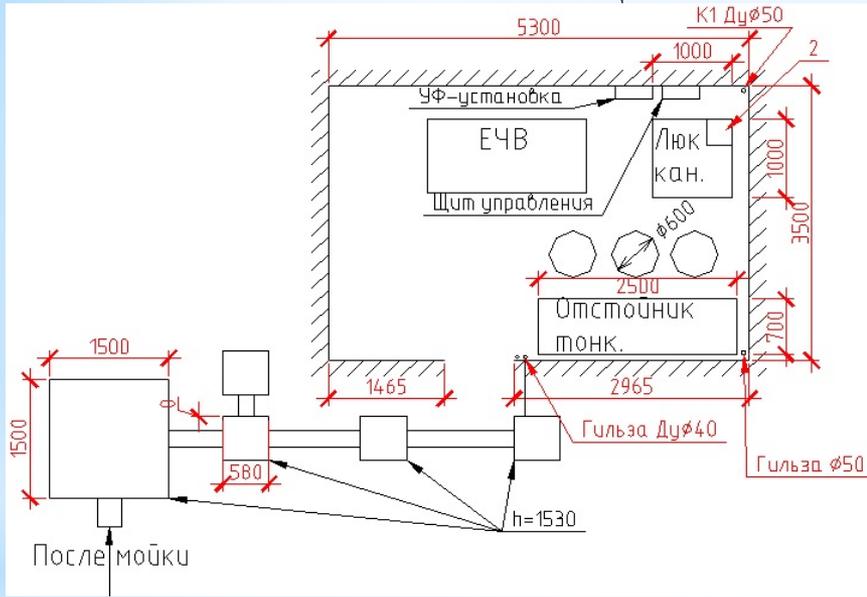
4



1- переливной колодец; 2- аккумулирующий резервуар; 3- тонкослойное отстаивание; 4- фильтры грубой очистки; 5- резервуар чистой воды; 6- сорбционная очистка; 7- обеззараживание

СУЩЕСТВУЮЩИЕ СХЕМЫ ОЧИСТКИ СТОКОВ ОТ СТАНЦИЙ МОЙКИ АВТОМОБИЛЕЙ

5



ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ВОДЫ ПО СТУПЕНЯМ ОЧИСТКИ

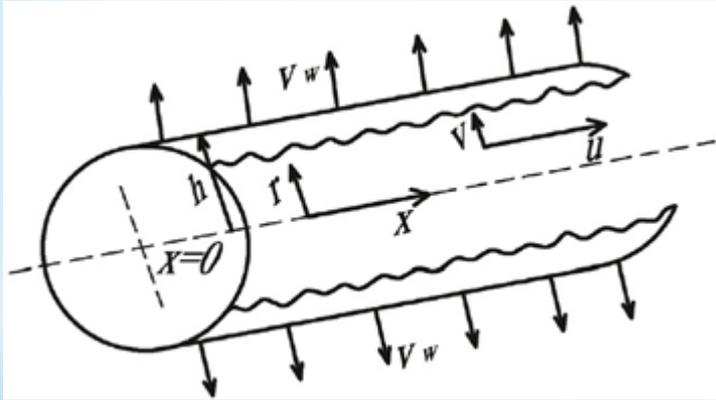
6

Ступень очистных сооружений	Концентрация на входе, мг/л			Концентрация на выходе, мг/л			Эффективность очистки, не менее, %			Суммарный эффект очистки не менее, %		
	В.В.	Н.П.	БПК	В.В.	Н.П.	БПК	В.В.	Н.П.	БПК	В.В.	Н.П.	БПК
Аккумулирующая ёмкость	467,86	5,89	32,01	93,57	4,71	19,21	80%	20%	40%	99,41%	99,15%	91,10%
Тонкослойный отстойник - нефтеловушка	93,57	4,71	19,21	14,04	0,94	11,53	85%	80%	40%			
Фильтр ПЭВ	14,04	0,94	11,53	5,61	0,33	6,92	60%	65%	40%			
Фильтр ГАУ	5,61	0,33	6,92	3,65	0,10	3,80	35%	70%	45%			
Напорный фильтр	3,65	0,10	3,80	2,74	0,05	2,85	25%	50%	25%			

МЕХАНИЗМЫ ОСАДКООБРАЗОВАНИЯ. КОНЦЕНТРАЦИОННАЯ ПОЛЯРИЗАЦИЯ

Концентрационная поляризация в трубчатых мембранах при турбулентном потоке

$$V \cdot C_p + V \cdot C + D \frac{dC}{dx} = 0$$



Уравнение массового баланса, где V – объемный расход воды, проходящей через мембрану, $\text{см}^3/(\text{см}^2 \cdot \text{с})$;

C – концентрация растворенных загрязнений в исходной воде, $\text{г}/\text{см}^3$;

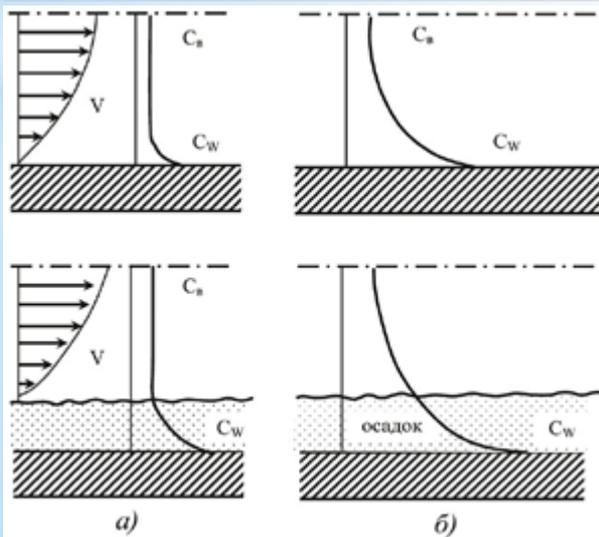
C_p – концентрация растворенных загрязнений в пермеате, $\text{г}/\text{см}^3$;

D – коэффициент диффузии, $\text{см}^2/\text{с}$.

Граничными условиями для решения уравнения являются:

при $x = 0$ (у поверхности мембраны) $C = C_w$;

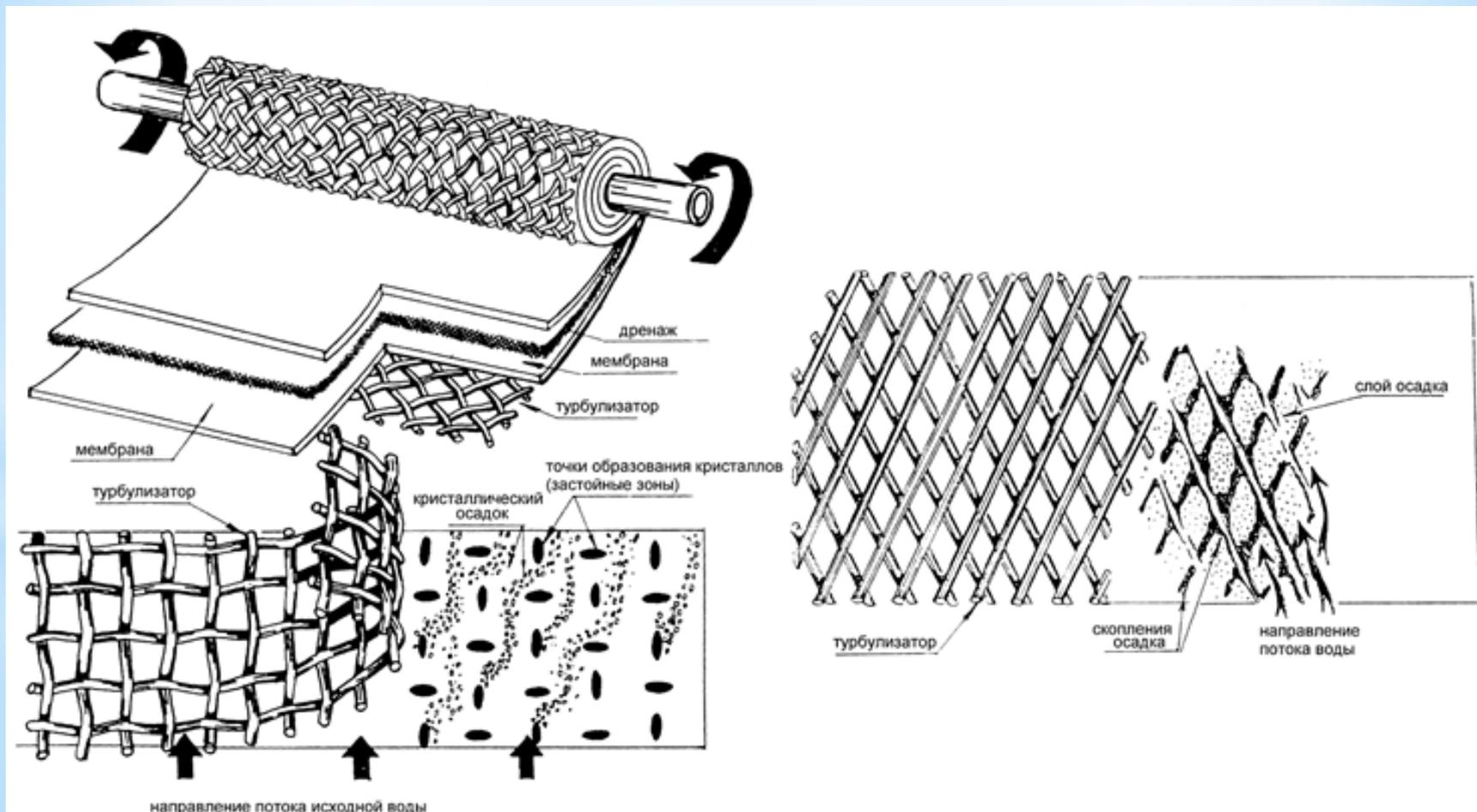
при $x = \delta$ (на расстоянии δ от поверхности мембраны) $C = C_b$ (концентрация в потоке)



- развитие концентрационной поляризации вследствие образования на мембране осадка при ламинарном режиме течения: а) на входе в канал; б) в середине канала

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКЦИИ МЕМБРАННОГО АППАРАТА НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ОСАДКООБРАЗОВАНИЯ

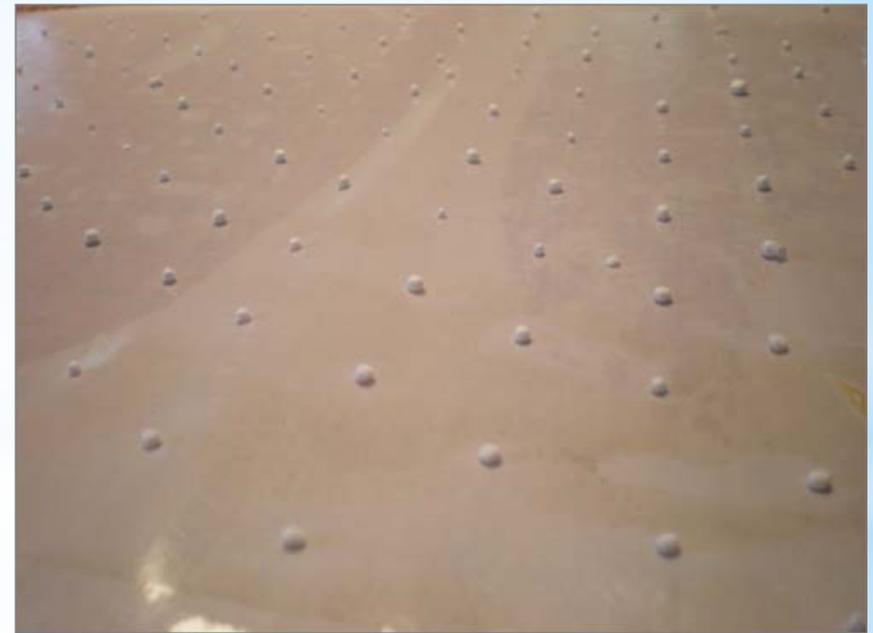
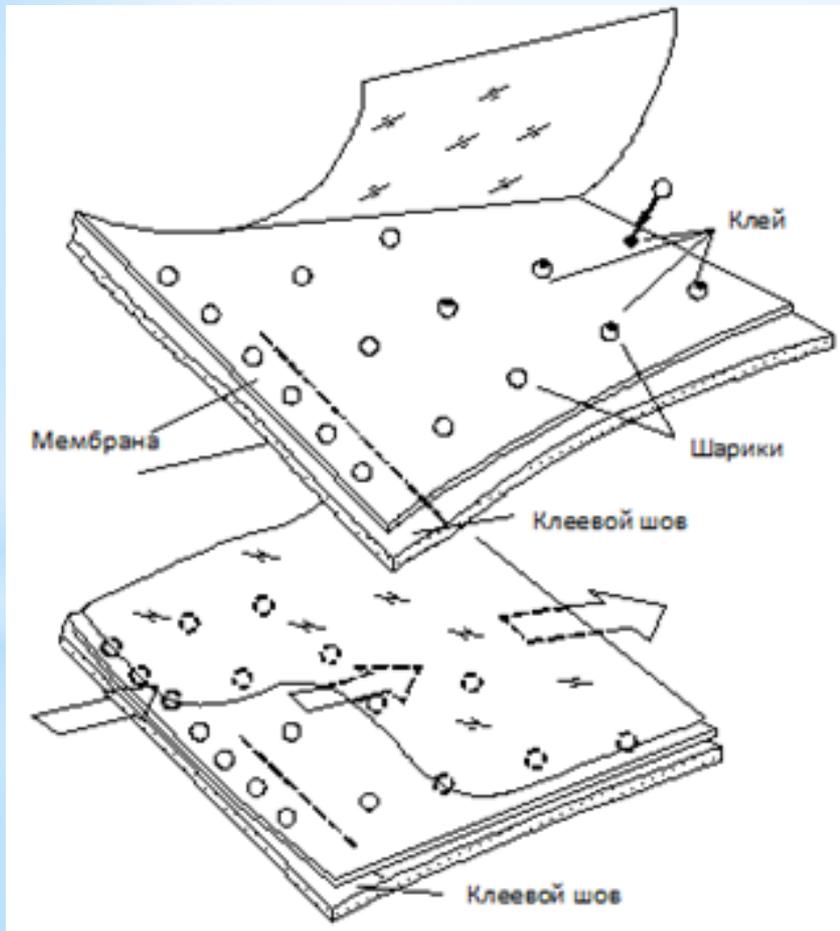
8



Влияние конструктивных причин на образование кристаллических осадков в рулонных мембранных аппаратах.

СОВРЕМЕННЫЕ РАЗРАБОТКИ МЕМБРАННЫХ АППАРАТОВ

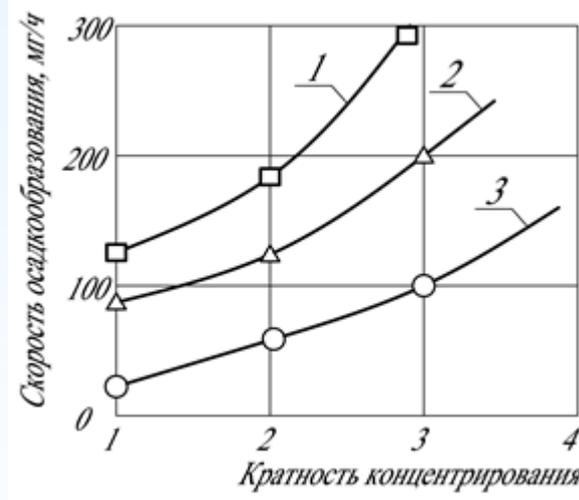
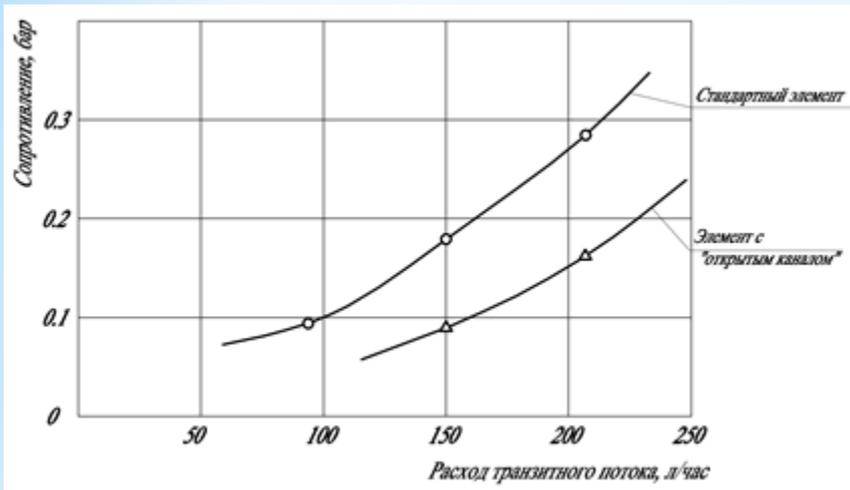
9



Конструкция «открытого» мембранного канала в рулонных мембранных аппаратах: а) разделение мембран путем наклеивания на них упругих пластиковых шариков; б) фото поверхности мембраны с наклеенными шариками из полистирола

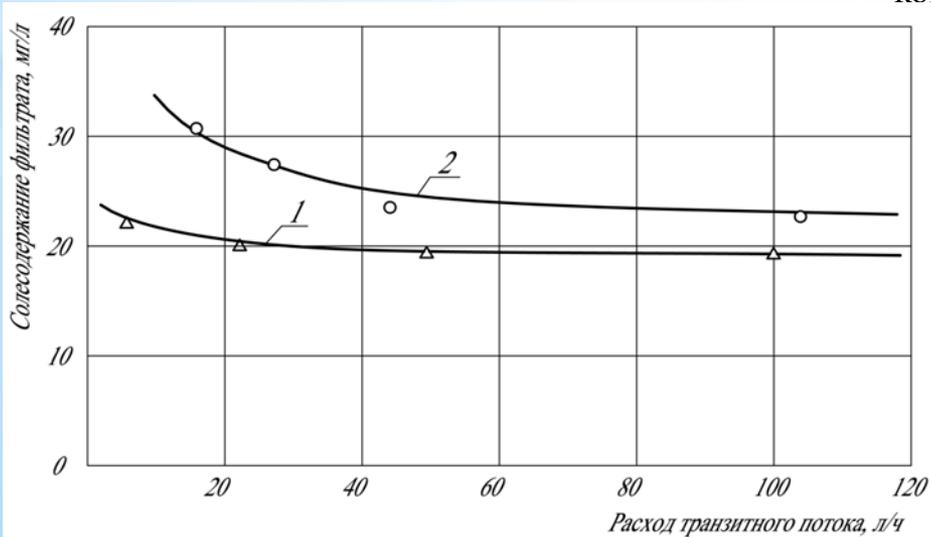
ПРЕИМУЩЕСТВА МЕМБРАНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С «ОТКРЫТЫМ КАНАЛОМ»

10



Результаты определения прироста потерь напора в процессе загрязнения мембран

Зависимость скорости осадкообразования от величины расхода транзитного потока и кратности концентрирования: 1 – 25 л/ч; 2 – 100 л/ч; 3 – 360 л/ч

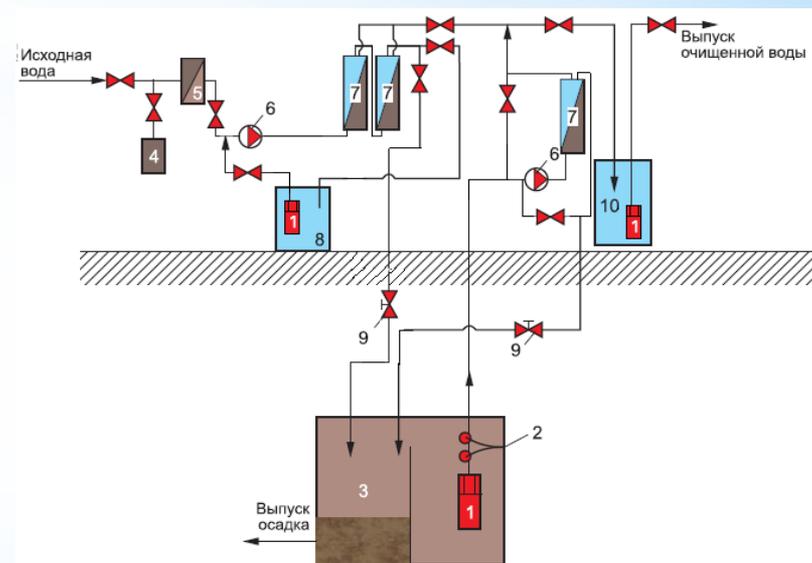


Влияние гидродинамических характеристик на качество фильтрата в аппаратах с различной конструкцией канала: 1 – серийный рулонный элемент 1812 с мембранами BLN («CSM», Корея), 2 – рулонный элемент новой конструкции 1812 с мембранами BLN

КОНЦЕПЦИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕМБРАН ОБРАТНОГО ОСМОСА

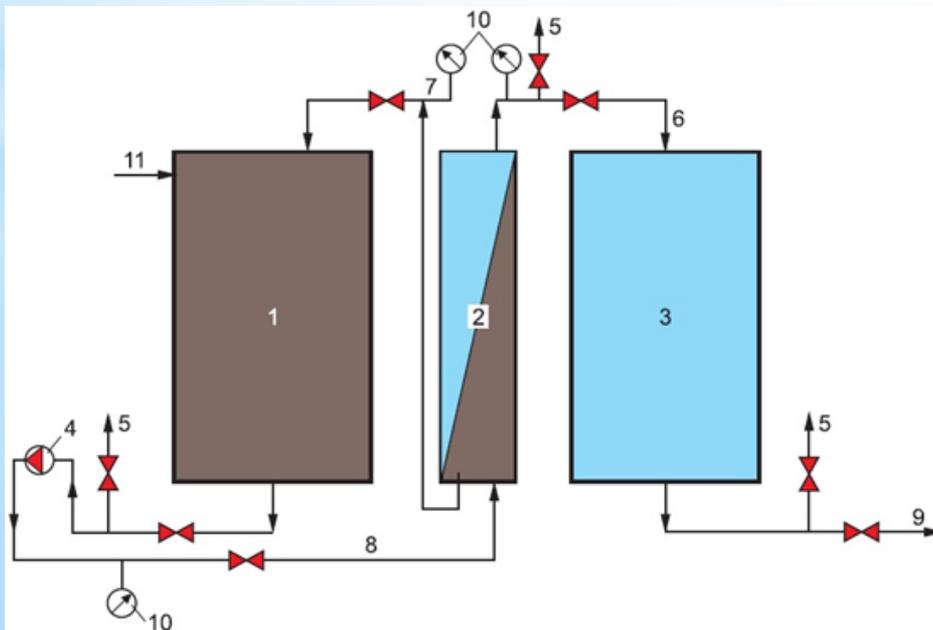
11

- ❖ Использование мембран с «открытым каналом» позволяет уменьшить их загрязнение при высоком содержании взвешенных веществ в очищаемой воде.
- ❖ Мембранные установки работают в циркуляционном режиме, позволяющем избежать осадкообразования.
- ❖ Накапливаемые на мембранах загрязнения «срываются» с мембран с помощью гидравлических промывок и собираются в отдельный резервуар-отстойник.
- ❖ Исходная вода многократно концентрируется в установке. Концентрат, содержащий загрязнения, составляет не более 0,5–1% общего объема воды и выводится вместе с осадком.



ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

- максимальная величина выхода фильтрата, соответствующая требуемому качеству очищенной воды.
- удельная производительность мембран на разных стадиях очистки и концентрирования исходной воды.
- зависимость «проскока» загрязнений через мембрану от величины общего солесодержания.
- общее количество влажного осадка, удаляемого с установки за расчетный период ее работы.



1 – емкость исходной и концентрированной воды; 2 – обратноосмотическая мембрана; 3 – емкость чистой воды (фильтрата); 4 – насос; 5 – пробоотборный кран; 6 – фильтрат; 7 – концентрат; 8 – подача исходной воды; 9 – сброс фильтрата; 10 – манометр; 11 – подача исходной воды .

I СЕРИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

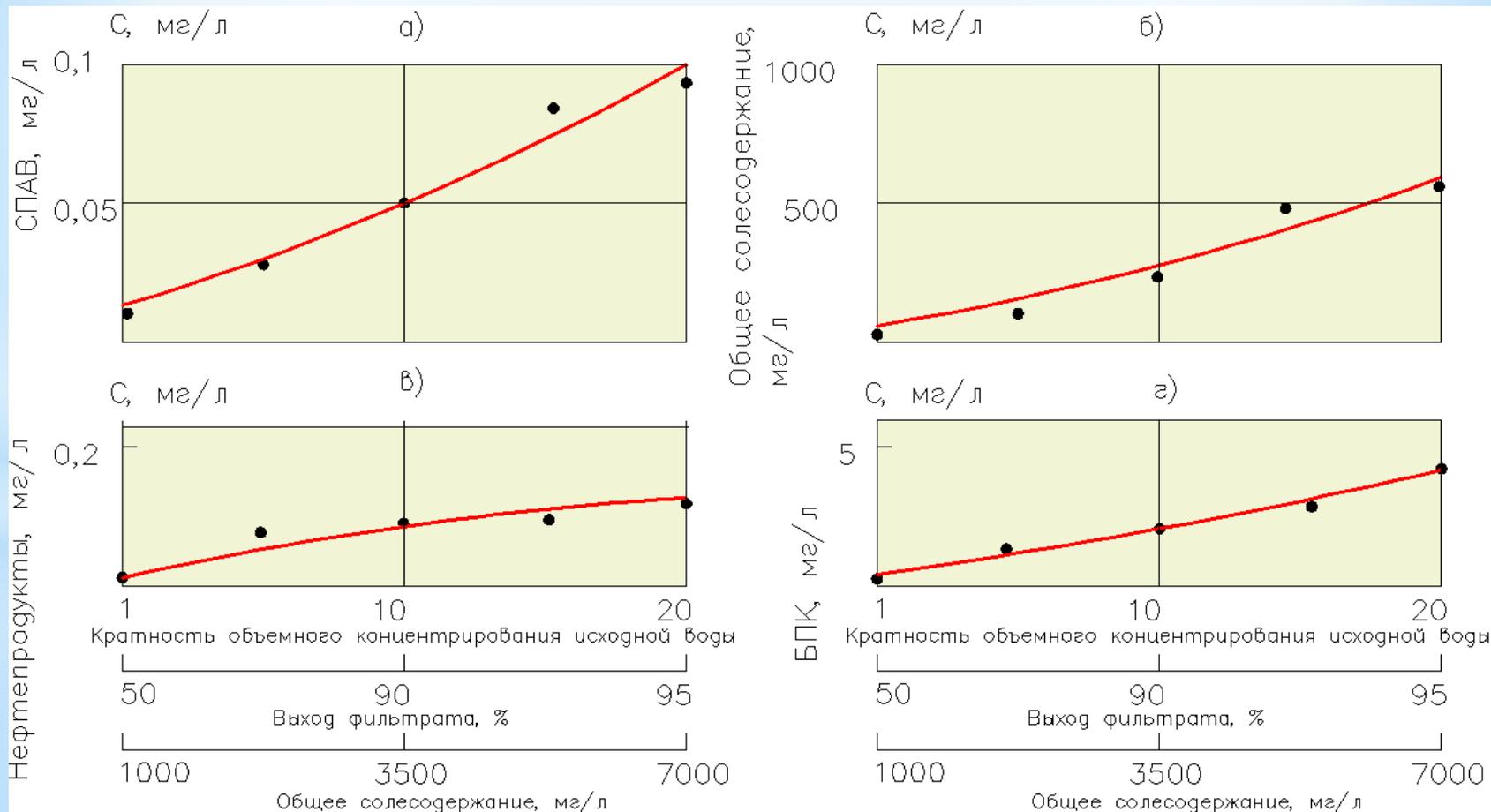
ПО ОЧИСТКЕ ИМИТИРОВАННОГО ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА

13

Показатель	Норматив сброса	Исходная вода	Усредненный фильтрат*	Фильтрат при 2-кратном уменьшении объема	Концентрат при 2-кратном уменьшении объема	Фильтрат при 10-кратном уменьшении объема	Концентра т при 10-кратном уменьшении объема	Фильтрат при 90-кратном уменьшении объема	Концентр ат при 90-кратном уменьшении объема	Промывочная вода
Взвешенные вещества, мг/л	3	23,8	0,39	0,29	34	1,56	59,7	3,4	219	588
БПК ₅ , мг/л	3	7,24	2,6	0,7	17,7	2,16	46,3	13,8	464	1145
Аммоний-ион, мг/л	–	1,27	0,3	0,15	2,6	1,26	10,1	3,08	97	–
Фосфаты, мг/л	0,05–0,2	0,079	0,046	0,015	0,13	0,018	2,65	0,095	3,32	–
Хлориды, мг/л	300	266	209,8	23,1	568	114	1392	795	5822	–
Сульфаты, мг/л	100	29,2	2,9	0,12	64,3	0,678	226	5,9	2180	–
Железо, мг/л	0,1	1,72	0,106	0,169	2,3	0,44	1,64	0,044	6,2	17,2
Нефтепродукты, мг/л	0,05	0,55	< 0,1	0,02	1,27	0,09	1,21	0,188	10,1	36
СПАВ, мг/л	0,1	0,494	0,046	0,023	0,292	0,051	0,944	0,54	18,6	1,97
Цинк, мг/л	1,5	0,0018	0,0012	0,0012	0,062	0,0012	0,0028	< 0,01	0,135	0,165
Кальций, мг-экв/л, мг/л	180	2,4/48	1,8/36	0,05/ 0,1	5,5/ 101,7	0,1/2	11,5/330	2,4/48	50,8/ 1016	–
Гидрокарбонаты, мг-экв/л, мг/л	–	2/122	–	–	3,5/207	0,8/ 48,8	8,2/500	4/244	31/ 1981	–
Общее соледержание, мг/л	1000	465	363	50	1280	250	3580	2700	12150	17640

I СЕРИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

14

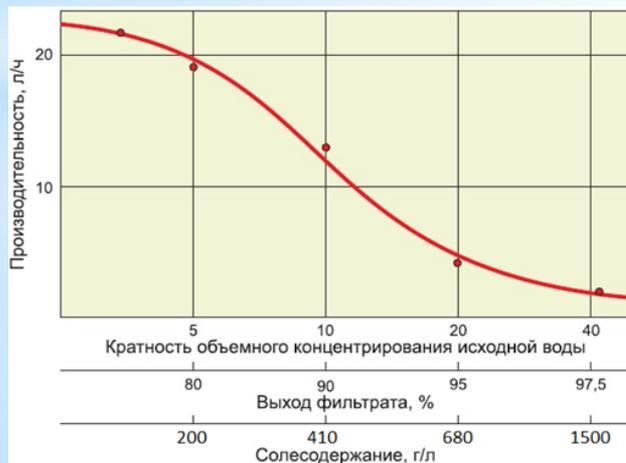


Зависимости содержания нефтепродуктов, СПАВ и БПК в фильтрате от величины общего солесодержания и кратности объемного концентрирования исходной воды. а) – рост величины СПАВ в фильтрате; б) – рост величины общего солесодержания; в) – рост величины нефтепродуктов; г) – рост величины БПК.

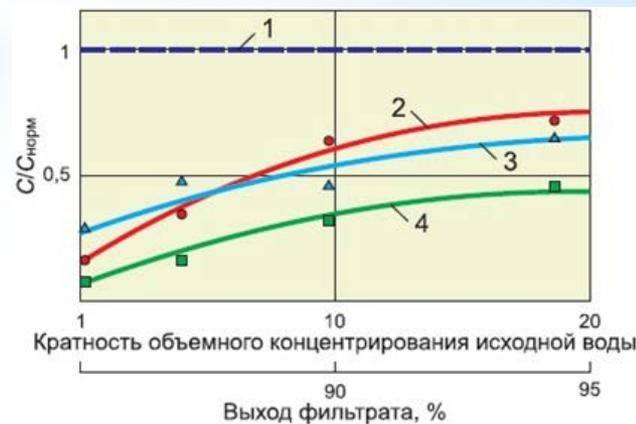
II СЕРИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПО ОЧИСТКЕ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА

15

	Исходная вода	Нормативы сброса	Фильтрат	Исходная вода, сконцентрированная в 2 раза	Фильтрат, полученный при 2-кратном концентрировании исходной воды	Исходная вода, сконцентрированная в 10 раз	Фильтрат, полученный при 10-кратном концентрировании исходной воды	Исходная вода, сконцентрированная в 20 раз	Фильтрат, полученный при 20-кратном концентрировании исходной воды	Исходная вода, сконцентрированная в 40 раз	Фильтрат, полученный при 40-кратном концентрировании исходной воды
Взвешенные вещества, мг/л	28	3	0	49	0	236	0	492	0	620	0
БПКполн, мг/л	15	3	2,3	24	3,0/2,5**	37	3,5/2,7	51	5/2,8	72	6,5/3,1
Нефтепродукты, мг/л	0,91	0,05	0,013	2,24	0,025/0,016	3,36	0,043/0,02	5,29	0,05/0,03	7,6	0,06/0,04
СПАВ, мг/л	5,33	0,1	0,049	9,91	0,05/0,02	14,75	0,1/0,064	29,22	0,16/0,098	41,5	0,3/0,15
Кальций, мг/л	1	180	0,1	1,6	0,28	4	3,4	7,2	–	–	–
Хлориды, мг/л	4,97	300	1,2	8,52	2,2	39,6	–	46,9	–	–	–
Сульфаты, мг/л	14	100	0,576	21,46	0,96	65,0	–	52,38	–	–	–
Бикарбонаты, мг/л	36,6	–	13,6	47,6	19,5	280	–	268	–	–	–
Электропроводность, мксм·см	150	–	30	250	40/30	1200	60/32	2000	155/65	3500	250/98
Солесодержание, мг/л	68	–	11	120	16	410	24	680	98	1520	175



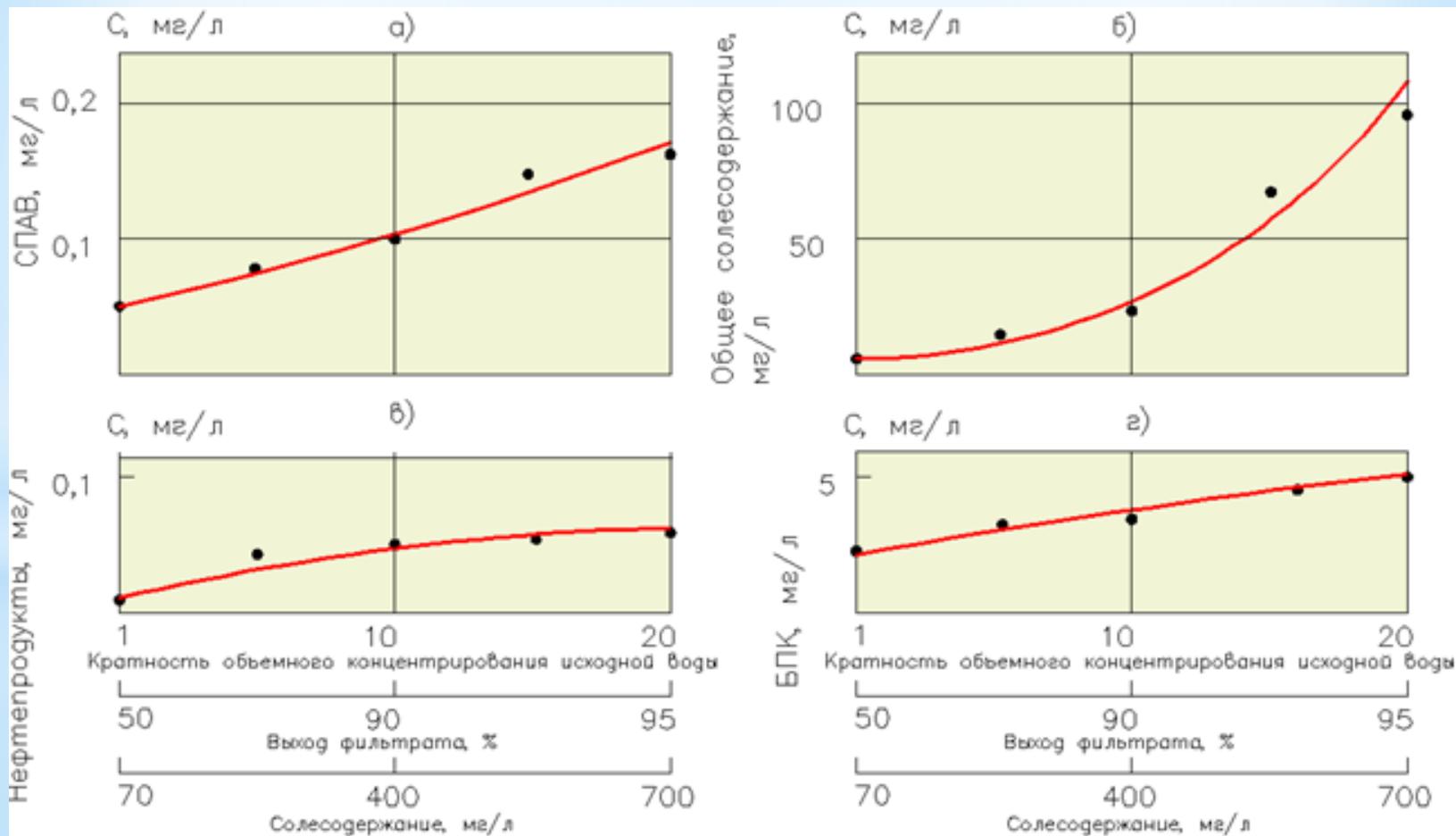
Снижение производительности мембранной установки с ростом общего солесодержания исходного раствора и увеличением выхода фильтрата.



Графики зависимостей значений величин $C/C_{норм}$ от значений величины выхода фильтрата. 1 - норматив; 2 - БПК5; 3 - СПАВ; 4 - нефтепродукты.

II СЕРИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

16



Зависимости содержания загрязнений воды от величины общего солесодержания и кратности объемного концентрирования исходной воды

III СЕРИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПО ОЧИСТКЕ СТОКА СТАНЦИИ МОЙКИ АВТОМОБИЛЕЙ

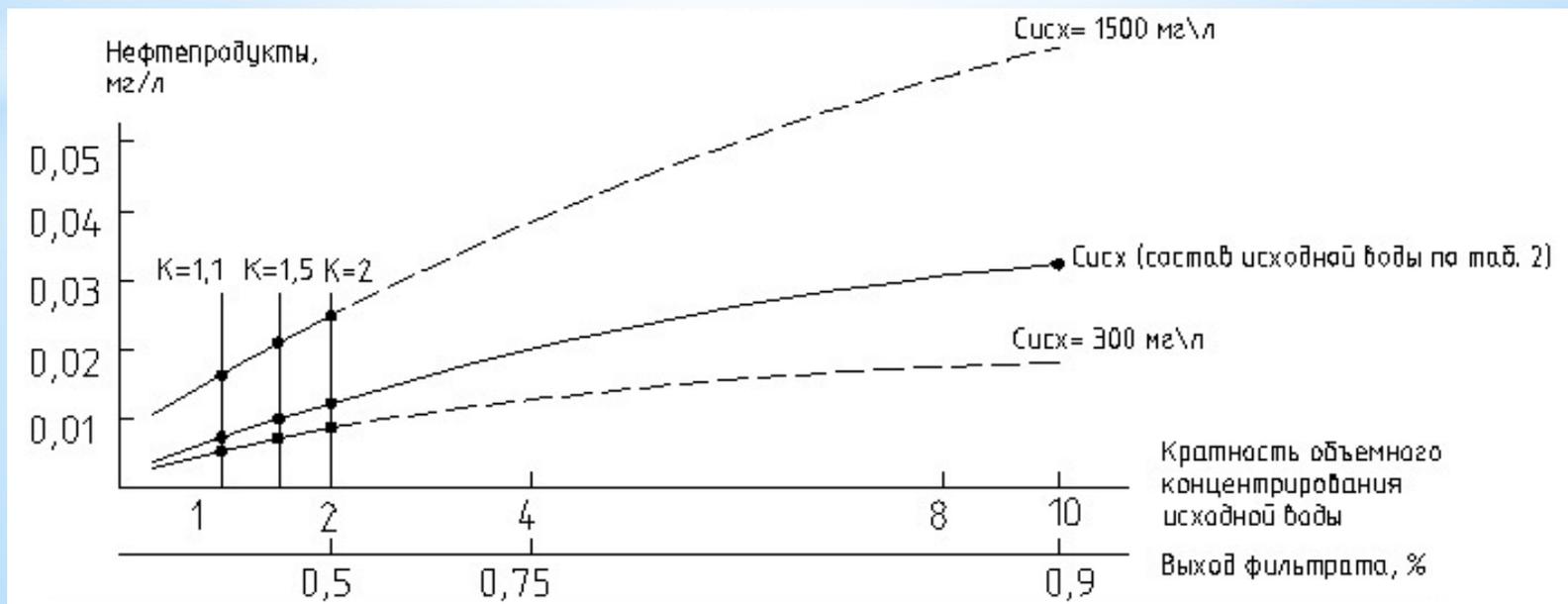
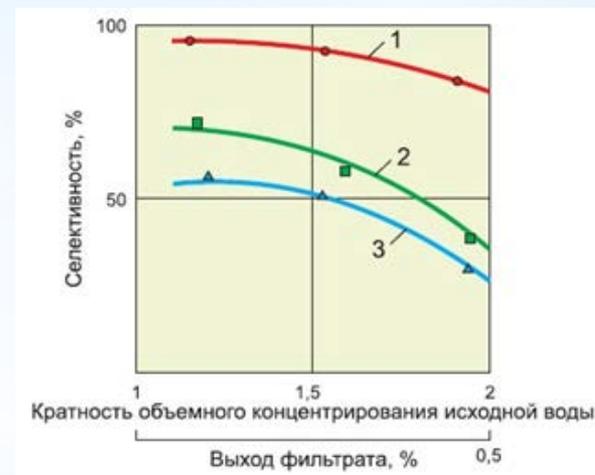
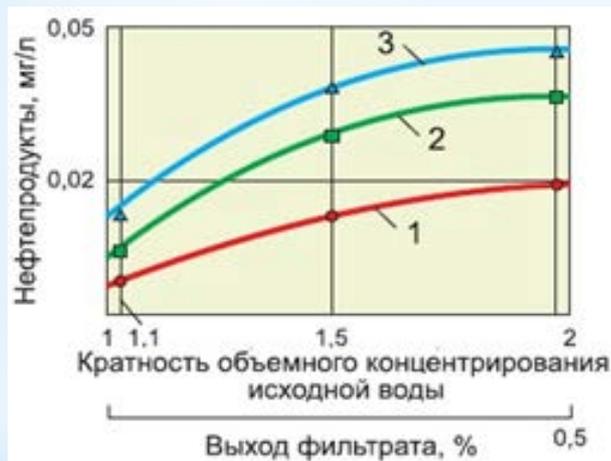
17

	Исх. вода	Фильтрат средний	Фильтрат при 1-кратном снижении объема	Концентрат при 1-кратном снижении объема	Фильтрат при 2-кратном снижении объема	Концентрат при 2-кратном снижении объема	Фильтрат при 20-кратном снижении объема	Концентрат при 20-кратном снижении объема	Фильтрат при 30-кратном снижении объема	Концентрат при 30-кратном снижении объема
Взв-е вещества	49,6	<0,10	<0,10	80,2	<0,10	104,0	<0,10	186,0	<0,10	250,0
БПК5	65,7	2,84	1,81	164,0	2,2	93,1	2,6	275,0	2,9	380,3
Нефтепродукты	4,19	0,021	<0,001	6,0	0,02	8,8	0,034	13,4	0,045	17,6
СПАВ аниог.	0,262	0,001	0,008	0,048	0,004	0,044	0,013	0,753	0,02	1,1
Общее солесодержание	774	53,2	21	972	32,8	1770	306	8910	350	10760



IV СЕРИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

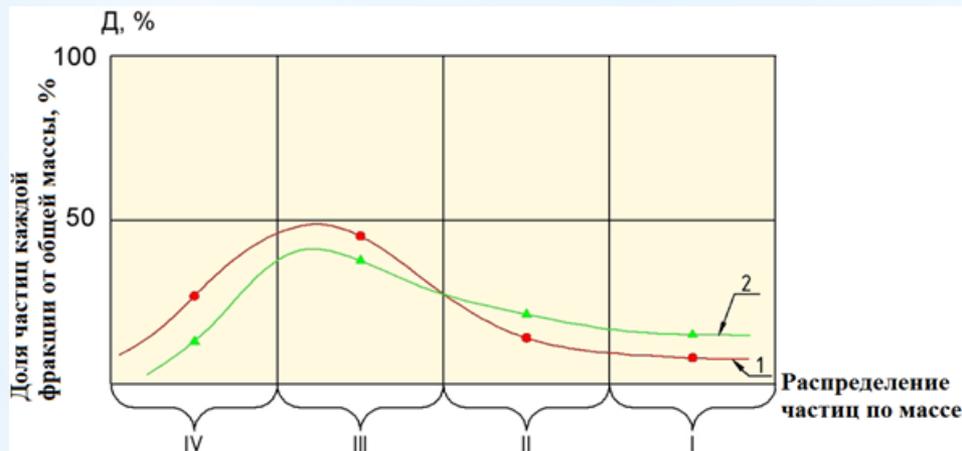
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СОЛЕСОДЕРЖАНИЯ НА ОЧИСТКУ СТОКОВ



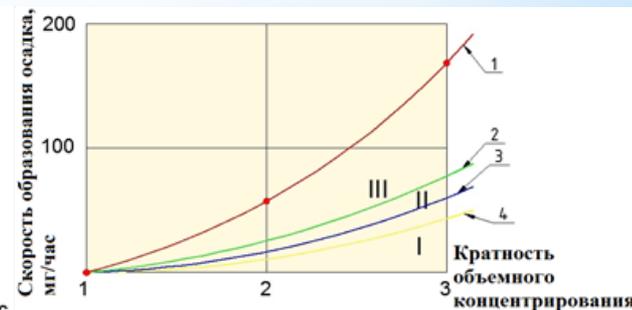
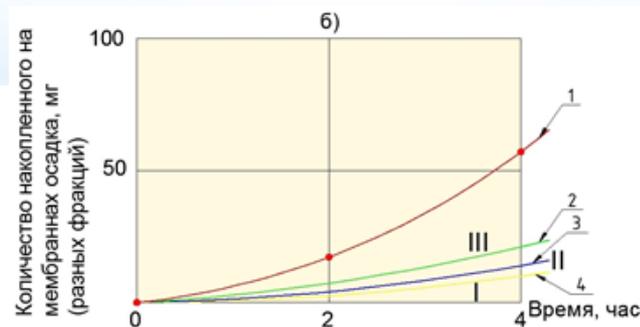
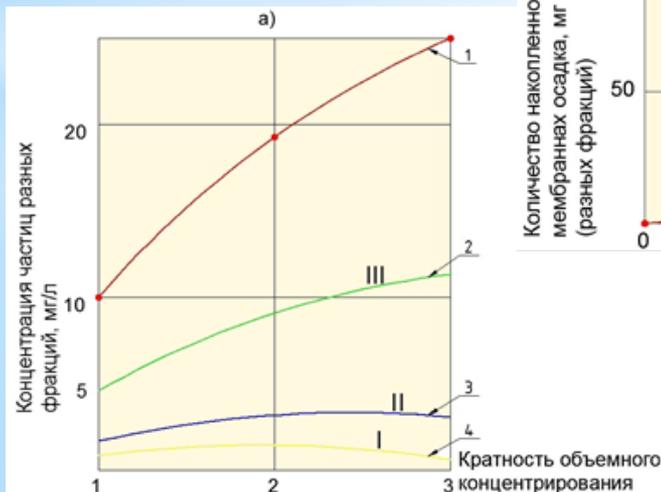
V СЕРИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

19

РАСЧЕТ ПРОЦЕССА ОСАЖДЕНИЯ ЧАСТИЦ РАЗЛИЧНЫХ РАЗМЕРОВ



1 - кривая исходной воды; 2 – кривая концентрата в конце эксперимента
I - тяжелые частицы (оседающие в течение 15 мин);
II - частицы средней массы (оседающие в течение 5 часов)
III - легкие частицы (оседающие в течение 15 часов)
IV - сверхлегкие частицы (время осаждения - более 15 часов)



а) - зависимость концентраций взвешенных веществ (по фракциям) от кратностей объемного концентрирования исходной воды;
б) - зависимость количеств осажженных на мембранах частиц (по фракциям) от времени эксперимента;
в) - зависимость скоростей осаждения частиц (по фракциям) от кратностей объемного концентрирования.

1 - исходная вода; 2 - легкие частицы (фракция III); 3 - частицы средней массы (фракция II); 4 - тяжелые частицы (I)

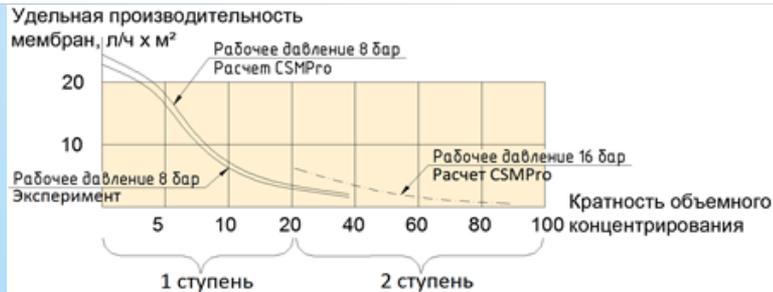
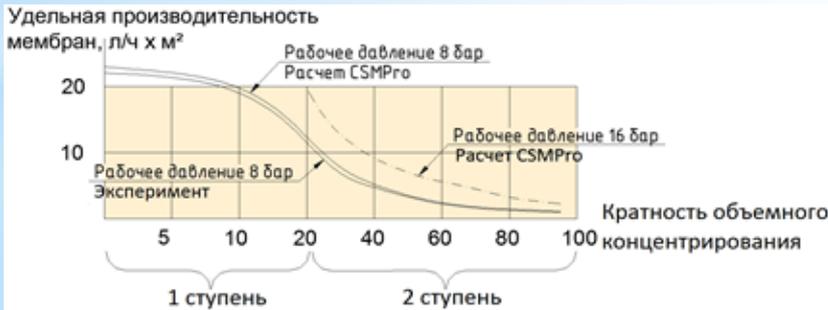
I ОБОБЩЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

ОПТИМИЗАЦИЯ ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ МЕМБРАН ДЛЯ I И II СТУПЕНИ

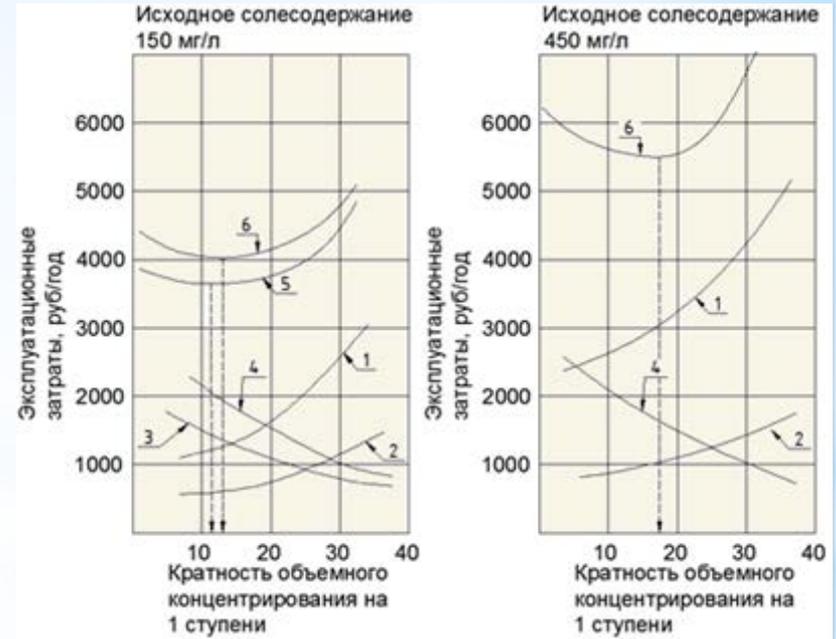
Снижение удельной производительности мембран при концентрировании воды с исходным солесодержанием 250 мг/л.



Снижение удельной производительности мембран при конц. воды с общим солесодержанием: а) 150 мг/л; б) 450 мг/л



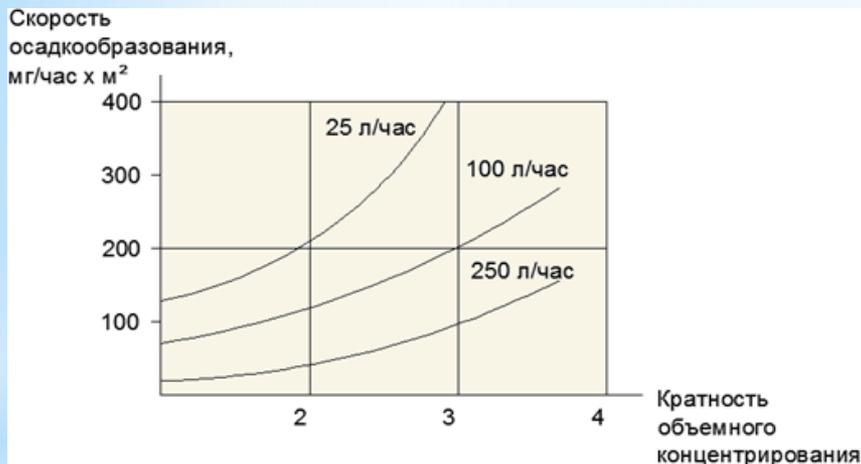
Оптимизация работы двухступенчатой мембранной установки очистки поверхностных сточных вод



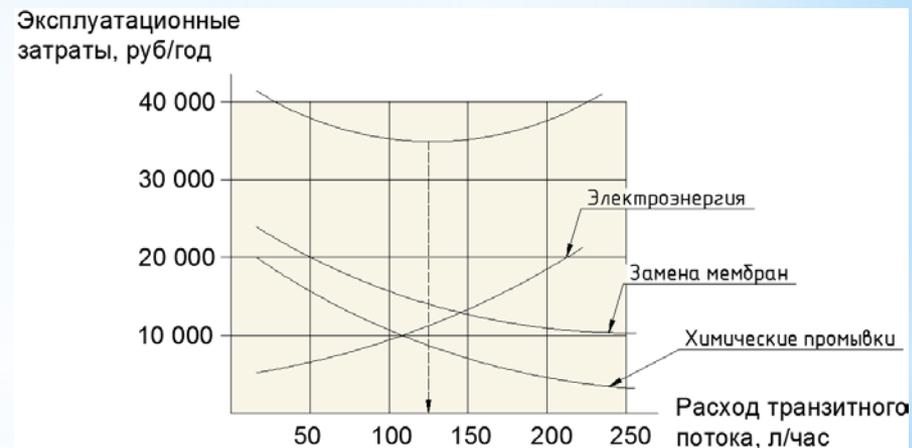
- 1- мембраны 1 ступени (затраты на замену руб/год);
- 2- мембраны 2 ступени (затраты на замену руб/год);
- 3- затраты на электроэнергию (при давлении на 1 и 2 ст. 8 Бар);
- 4- затраты на электроэнергию (при давлении на 2 ст. 16 бар)
- 5- общие экспл. затраты при давлении на 2 ст. 8 бар;
- 6- общие экспл. затраты при давлении на 2 ст. 16 бар

II ОБОБЩЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ОПТИМИЗАЦИИ ВЫБОРА СКОРОСТИ ТРАНЗИТНОГО РАСХОДА

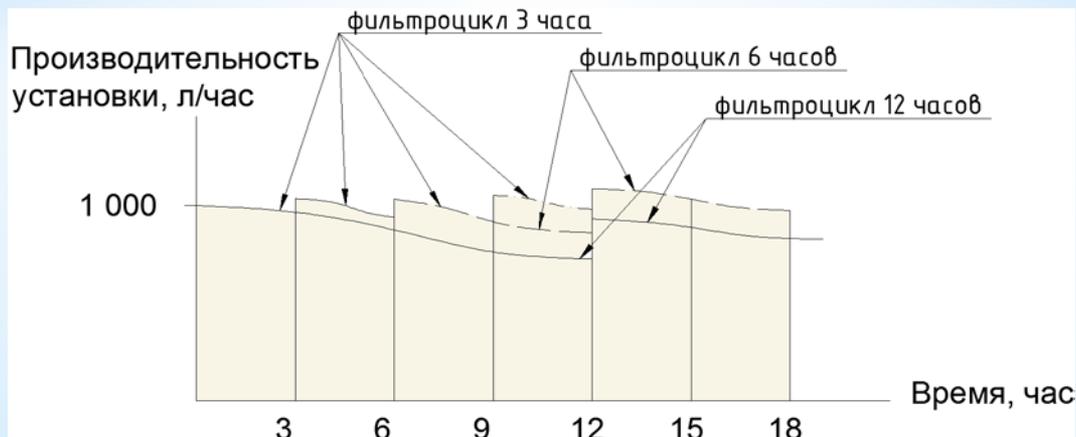
Зависимости скоростей осадкообразования от скорости транзитного потока



Оптимизация работы установки обратного осмоса – выбор оптимальной величины транзитного расхода



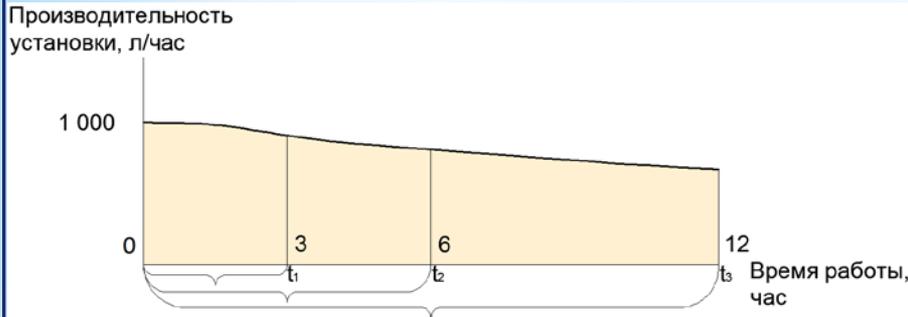
Изменение производительности в процессе фильтроцикла



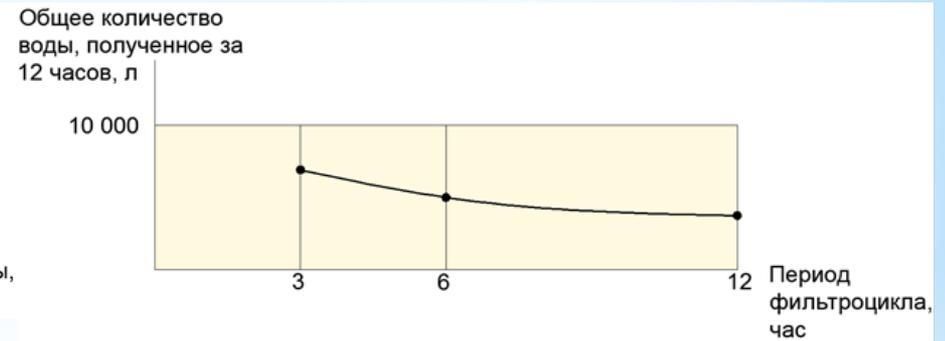
III ОБОБЩЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ (ЧАСТОТЫ) ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЫВОК

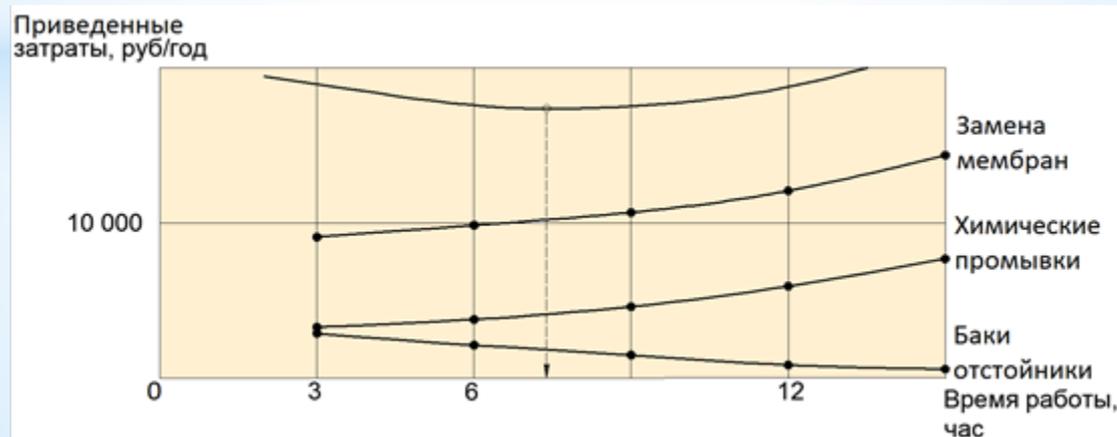
22



Зависимость производительности от времени работы по фильтроциклам (t_1 , t_2 , t_3);



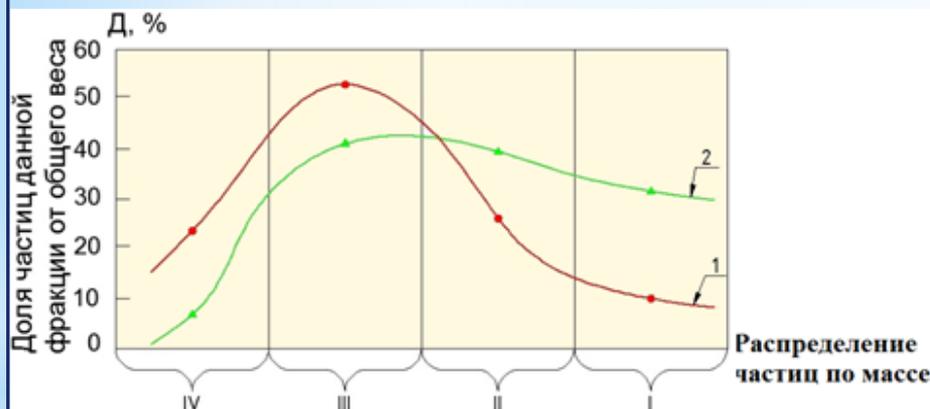
Объем полученного фильтрата в зависимости от времени работы установки;



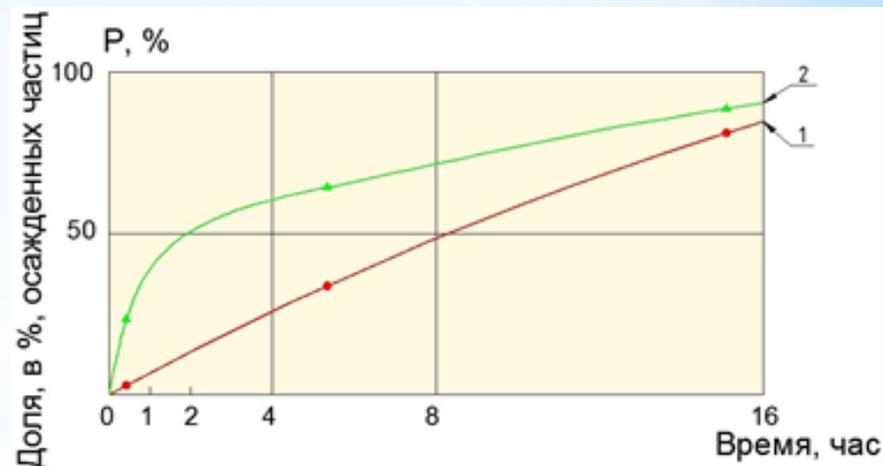
Зависимость роста основных эксплуатационных затрат от времени работы установки.

IV ОБОБЩЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ КИНЕТИКИ ОСАЖДЕНИЯ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ В КОНЦЕНТРАТЕ И ПРОМЫВНОЙ ВОДЕ ОБРАТНОГО ОСМОСА



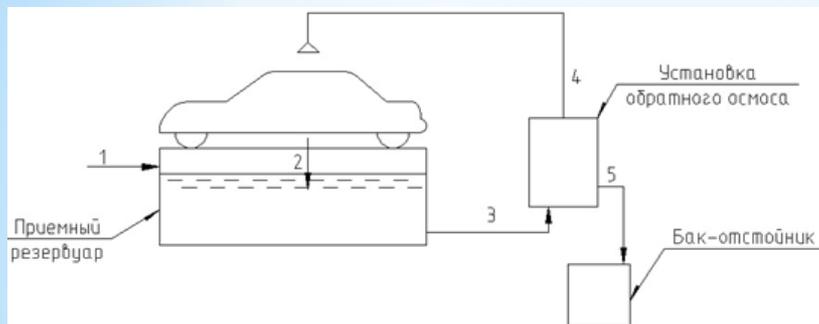
Сравнение фракционного состава частиц в исходной воде (1) и в промывной воде после 10 часов работы установки (2): зависимости доли частиц каждой фракции от общей массы частиц



Графики осаждения частиц, содержащихся в исходной воде (1) и в промывной воде (2): зависимости доли осевших частиц P (%) от времени отстаивания

V ОБОБЩЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

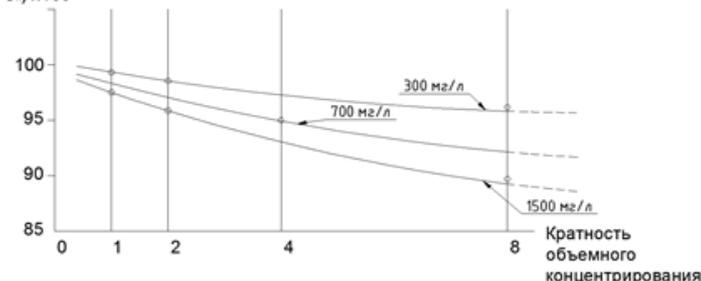
ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО СОЛЕВОГО СОСТАВА ОЧИЩЕННОЙ ВОДЫ И ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ ОБОРОТНЫХ СИСТЕМ АВТОМОЙКИ



Показатель	1	2	3	4	5
	Исходная вода	Вода после мойки автомобилей	Вода, поступающая на установку обратного осмоса	Фильтрат установки	Концентрат установки обратного осмоса (смесь концентрата и осадка промывочных вод)
Расход, м ³ /час	0,04	4	4,04	4	0,04
Концентрации загрязнений, мг/л:					
- взвешенные вещества	1	50	50,5	0	5000
-нефтепродукты	>0,01	4	3,96	0,3	400
-СПАВ	>0,01	0,3	0,3	0,1	30
-общее соледоержание	300	80	82,2	40	4300
Общее количество поступающих загрязнений, г/час:					
-взвешенные вещества	0,04	200	204	0	200
-нефтепродукты	0	16	16	1,2	14,8
-СПАВ	0	1,2	1,2	0,04	1,16
-соледоержание	12	320	332	160	172
Общее количество выходящих из установки обр. осмоса загрязнений, г/час:					
-взвешенные вещества					200
-нефтепродукты					14,8
-СПАВ					1,16
-соледоержание					172

График выбора оптимальной величины селективности мембран в зависимости от общего соледоержания

Селективность по нефтепродуктам, %
($C_1 - C_2 / C_1$) x 100



ПРОМЫШЛЕННОЕ ВНЕДРЕНИЕ УСТАНОВКИ ОБРАТНОГО ОСМОСА ДЛЯ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА

25

Размещение обратноосмотической установки в помещении электродепо «Варшавское», 6 м³/час



Размещение обратноосмотической установки в помещении ФГУП «ЦЭНКИ» – КБ «Мотор», 6 м³/час



Степень очистных сооружений	Концентрация на входе, мг/л			Концентрация на выходе, мг/л			Эффективность очистки, не менее, %			Суммарный эффект очистки не менее, %		
	В.В.	Н.П.	БПК	В.В.	Н.П.	БПК	В.В.	Н.П.	БПК	В.В.	Н.П.	БПК
Аккумулирующая ёмкость	946,68	9,53	42,75	189,34	7,62	25,7	80%	20%	40%	98,92%	99,51%	93,98%
Тонкослойный отстойник - нефтеловушка	189,34	7,62	25,65	37,87	1,14	12,83	80%	85%	50%			
Установка обратного осмоса	37,87	1,14	12,83	10,22	0,046	2,57	99%	98%	90%			

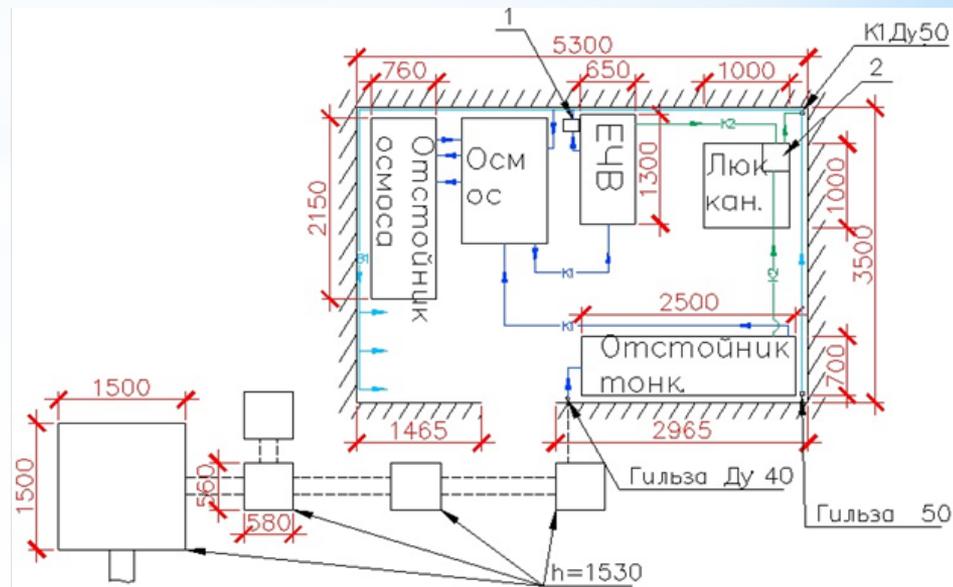
ПРОМЫШЛЕННОЕ ВНЕДРЕНИЕ УСТАНОВКИ ОБРАТНОГО ОСМОСА ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОКОВ СТАНЦИИ МОЙКИ АВТОМОБИЛЕЙ

26

*Фото установки обратного осмоса для очистки стоков автомойки производительностью 2 м³/час.
АЗС №№ 182, 185 – Московская обл., г. Серпухов;
г. Истра*



План с размещением оборудования в здании автомойки



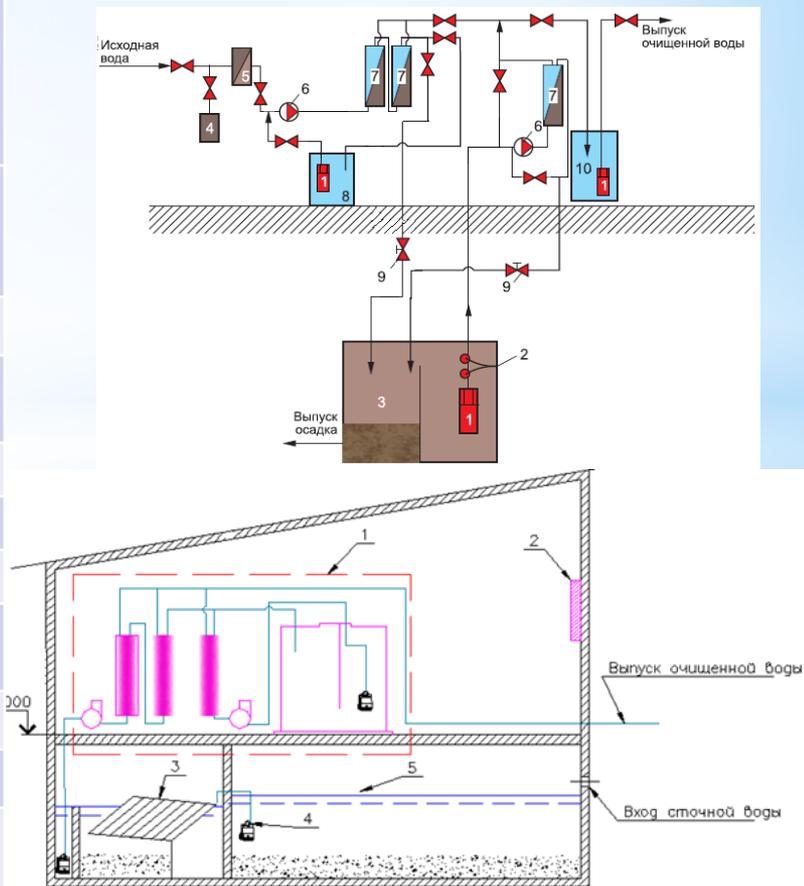
1 - насосная станция; 2- канализационный насос; К1- сточная вода; К2- аварийный сброс; В1- подача воды на мойку.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ ОБРАТНОГО ОСМОСА

27

		Ед. измерения	Схема I (очистка по «традиционной» схеме)	Схема II (очистка обратноосмотической установкой)
1	Общее расчетное количество загрязнений:			
	по БПК	мг/л		39,9
	по нефтепродуктам			8,3
	по взвешенным веществам			799,6
2	Общее количество сточных вод:	м ³ /ч		6
	поступающих на ЛОС	м ³ /сутки		144
		м ³ /год		52 560
3	Стоимость проектно-изыскательных работ	руб.		1 790 000
4	Стоимость общестроительных и монтажных работ	руб.	4 320 000	4 470 000
5	Стоимость оборудования	руб.	2 890 000	1 130 000
6	Эксплуатационные затраты	руб./год		
6.1	Электроэнергия		68 000	97 000
6.2	Расходные материалы (замена фильтрующей загрузки)		591 600	-
6.3	Химические промывки мембран		-	90 000
7	Замена мембран (1 раз в 3 года)	руб./год	-	48 000
8	Итого эксплуатационные затраты	руб./год	659 600	235 000
9	Экономический эффект капитальных затрат	руб.		1 610 000
10	Экономический эффект эксплуатационных затрат	руб.		424 600

Технологическая схема станции очистки ливневых стоков с применением обратноосмотических мембран



1- обратноосмотическая установка и отстойник концентрата, 2- щит управления, 3- отсек тонкослойного отстаивания, 4- погружной насос, 5- аккумулирующая емкость

1. СЕРЬЕЗНУЮ ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ ПРОБЛЕМУ СОСТАВЛЯЮТ ЛИВНЕВЫЕ СТОЧНЫЕ ВОДЫ ПРОМПЛОЩАДОК, СОДЕРЖАЩИЕ, ПОМИМО ВЗВЕШЕННЫХ И КОЛЛОИДНЫХ ВЕЩЕСТВ, РАСТВОРЕННЫЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ - СПАВ И НЕФТЕПРОДУКТЫ. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ОЧИСТКИ ЛИВНЕВЫХ СТОКОВ ПОКАЗЫВАЕТ, ЧТО ОСНОВНОЙ ЧАСТЬЮ ИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ЯВЛЯЮТСЯ ФИЛЬТРЫ С СОРБЦИОННЫМИ ЗАГРУЗКАМИ, ПОЗВОЛЯЮЩИМИ УДАЛЯТЬ ИЗ ВОДЫ НЕФТЕПРОДУКТЫ И ОСТАТОЧНЫЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ. СОРБЦИОННАЯ ЕМКОСТЬ СУЩЕСТВУЮЩИХ СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НЕВЕЛИКА, ЧТО ТРЕБУЕТ ИХ ЧАСТЫХ ЗАМЕН (В СРЕДНЕМ, НЕ РЕЖЕ 1-2 РАЗ В ГОД) В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ. УДЕЛЬНАЯ СТОИМОСТЬ СОВРЕМЕННЫХ СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ СОСТАВЛЯЕТ НЕ МЕНЕЕ 50-60 ТЫСЯЧ РУБЛЕЙ ЗА 1 КУБ.М ЗАГРУЗКИ, ЧТО ДЕЛАЕТ ЗАМЕНУ ИХ НАИБОЛЕЕ ДОРОГОСТОЯЩЕЙ СТАТЬЕЙ ГОДОВЫХ ЗАТРАТ. АНАЛОГИЧНАЯ СИТУАЦИЯ И В ОБЛАСТИ СОЗДАНИЯ ОБОРОТНЫХ СХЕМ АВТОМОЕЧНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ: ПРИМЕНЕНИЕ В СХЕМАХ ВОДООЧИСТКИ СОРБЦИОННЫХ ФИЛЬТРОВ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ИЗ СТОЧНЫХ ВОД НЕФТЕПРОДУКТОВ И ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ, ТРЕБУЕТ ЗАТРАТ, СВЯЗАННЫХ С ЧАСТОЙ ЗАМЕНОЙ СОРБЦИОННЫХ ЗАГРУЗОК.

2. ОЧИСТКА ЛИВНЕВЫХ СТОКОВ ПРЕДСТАВЛЯЕТ СЕРЬЕЗНУЮ ТЕХНИЧЕСКУЮ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКУЮ ЗАДАЧУ, ЧТО СВЯЗАНО С КРАЙНЕ НЕРАВНОМЕРНЫМ РЕЖИМОМ ПОСТУПЛЕНИЯ СТОКОВ НА ОЧИСТКУ. ВЫСОКИЕ ЗНАЧЕНИЯ РАСХОДОВ ЛИВНЕВЫХ СТОКОВ, ПОСТУПАЮЩИХ С БОЛЬШИХ ТЕРРИТОРИЙ ВОДОСБОРА, ТРЕБУЮТ БОЛЬШИХ ГАБАРИТОВ ОЧИСТНЫХ СТАНЦИЙ (ВКЛЮЧАЮЩИХ СООРУЖЕНИЯ ПО ОТСТАИВАНИЮ, ОСВЕТЛЕНИЮ, ФИЛЬТРОВАНИЮ И СОРБЦИОННОЙ ОЧИСТКЕ СТОКОВ). АНАЛИЗ СОСТАВОВ ЛИВНЕВЫХ СТОЧНЫХ ВОД РАЗЛИЧНЫХ РАЙОНОВ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ПЛОЩАДОК ПОКАЗЫВАЕТ, ЧТО СОДЕРЖАНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ И СПАВ В ЛИВНЕВЫХ СТОЧНЫХ ВОДАХ РАСПРЕДЕЛЯЕТСЯ КРАЙНЕ НЕРАВНОМЕРНО И ЗАВИСИТ ОТ ОБЪЕКТА ВОДОСБОРА. НАИБОЛЕЕ "ОПАСНЫМИ" С ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ИСТОЧНИКАМИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЛИВНЕВЫХ ВОД НЕФТЕПРОДУКТАМИ ЯВЛЯЮТСЯ МЕСТА СКОПЛЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТА, ТЕРРИТОРИИ БЕНЗОЗАПРАВОК И СКЛАДОВ ХРАНЕНИЯ ГСМ. ПОЭТОМУ РАЦИОНАЛЬНЫМ ПОДХОДОМ К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМЫ ОЧИСТКИ ЛИВНЕВЫХ СТОКОВ ЯВЛЯЕТСЯ НЕ СОЗДАНИЕ ДОРОГОСТОЯЩИХ ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СХЕМ ОЧИСТКИ, А ПРИМЕНЕНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ СТАНЦИЙ, ОЧИЩАЮЩИХ ЛИВНЕВЫЕ СТОКИ, ОБРАЗУЮЩИЕСЯ В "ОЧАГАХ" ИХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТАМИ, СПАВ И ПР. ТАКОЙ ПОДХОД ПОЗВОЛИТ ЗНАЧИТЕЛЬНО СОКРАТИТЬ КАПИТАЛЬНЫЕ ЗАТРАТЫ НА СООРУЖЕНИЯ ОЧИСТКИ ЛИВНЕВЫХ СТОКОВ. ДЛЯ СОКРАЩЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ СТАНЦИЙ ОЧИСТКИ ЛИВНЕВЫХ СТОКОВ НЕОБХОДИМА РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ РАСТВОРЕННЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ, БЕЗ СОРБЦИОННЫХ ЗАГРУЗОК И СВЯЗАННЫХ С ИХ ЗАМЕНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ. НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНЫМ МЕТОДОМ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДСТАВЛЯЕТСЯ МЕТОД ОБРАТНОГО ОСМОСА.

3. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ РАЗРАБОТОК В ОБЛАСТИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД (В ТОМ ЧИСЛЕ И ЛИВНЕВЫХ СТОКОВ) ПОКАЗАЛ, ЧТО МЕТОД ОБРАТНОГО ОСМОСА СЧИТАЕТСЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНО ЭФФЕКТИВНЫМ И ПЕРСПЕКТИВНЫМ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЕГО В КАЧЕСТВЕ АЛЬТЕРНАТИВЫ СУЩЕСТВУЮЩИМ МЕТОДАМ БИОЛОГИЧЕСКОЙ, ХИМИЧЕСКОЙ И СОРБЦИОННОЙ ОЧИСТКИ. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭТОГО МЕТОДА ОБУСЛОВЛЕНА ПРИМЕНЕНИЕМ МЕМБРАН С ПОРАМИ, ПРОПУСКАЮЩИМИ МОЛЕКУЛЫ ВОДЫ И "УНИВЕРСАЛЬНО", БЕЗ ПРИМЕНЕНИЯ РЕАГЕНТОВ, ЗАДЕРЖИВАЮЩИМИ ВСЕ ВИДЫ ЗАГРЯЗНЕНИЙ, СОДЕРЖАЩИХСЯ В ВОДЕ В РАСТВОРЕННОЙ, ВЗВЕШЕННОЙ ИЛИ КОЛЛОИДНОЙ ФОРМЕ. СУЩЕСТВЕННЫМ НЕДОСТАТКОМ МЕТОДА ОБРАТНОГО ОСМОСА СЧИТАЕТСЯ ЕГО "ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ" К ЗАГРЯЗНЕНИЯМ, СОДЕРЖАЩИМСЯ В ВОДЕ В ВИДЕ ВЗВЕШЕННЫХ И КОЛЛОИДНЫХ ЧАСТИЦ И ОБРАЗУЮЩИМ НА МЕМБРАНАХ ОСАДКИ, ЧТО ВЫЗЫВАЕТ ПРЕЖДЕВРЕМЕННЫЙ ВЫХОД МЕМБРАН ИЗ СТРОЯ, СНИЖАЕТ ИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ И УХУДШАЕТ КАЧЕСТВО ОЧИСТКИ. К "ОПАСНЫМ" С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ВОЗМОЖНОГО ОСАДКООБРАЗОВАНИЯ НА МЕМБРАНАХ ОТНОСЯТ ТАКЖЕ МАЛОРАСТВОРИМЫЕ В ВОДЕ СОЛИ (СУЛЬФАТ И КАРБОНАТ КАЛЬЦИЯ), РАСТВОРЕННЫЕ В ВОДЕ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ (ГУМИНОВЫЕ КИСЛОТЫ И ДР.) И БАКТЕРИАЛЬНЫЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ. ПОЭТОМУ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ, ОСНОВАННЫЕ НА ПРИМЕНЕНИИ МЕТОДА ОБРАТНОГО ОСМОСА, СОДЕРЖАТ РЯД СООРУЖЕНИЙ ПРЕДОЧИСТКИ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ЭТИХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ИЗ ВОДЫ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ОСАДКООБРАЗОВАНИЯ НА МЕМБРАНАХ. НЕОБХОДИМОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЛОЖНЫХ И ДОРОГОСТОЯЩИХ СХЕМ ПРЕДОЧИСТКИ ЯВЛЯЕТСЯ СУЩЕСТВЕННЫМ ПРЕПЯТСТВИЕМ К ЭФФЕКТИВНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ МЕТОДА ОБРАТНОГО ОСМОСА ДЛЯ ОЧИСТКИ И ДООЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД. ДРУГИМ НЕДОСТАТКОМ ПРОЦЕССА ОБРАТНОГО ОСМОСА ЯВЛЯЕТСЯ НАЛИЧИЕ КОНЦЕНТРАТОВ - ПОТОКОВ, В КОТОРЫХ НАХОДЯТСЯ В СКОНЦЕНТРИРОВАННОМ ВИДЕ ВСЕ НАХОДЯЩИЕСЯ В СТОЧНОЙ ВОДЕ И НЕ ПРОШЕДШИЕ ЧЕРЕЗ МЕМБРАНЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ - ИОНЫ РАСТВОРЕННЫХ СОЛЕЙ И ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ, А ТАКЖЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ И КОЛЛОИДНЫЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ. ОБЫЧНО РАСХОДЫ КОНЦЕНТРАТОВ СОСТАВЛЯЮТ 15-40 % ОТ РАСХОДА ИСХОДНОЙ ВОДЫ, ПОДВЕРГАЕМОЙ ОЧИСТКЕ. УТИЛИЗАЦИЯ КОНЦЕНТРАТОВ УСТАНОВОК ОБРАТНОГО ОСМОСА ПРЕДСТАВЛЯЕТ СЕРЬЕЗНУЮ ЗАДАЧУ, БЕЗ РЕШЕНИЯ КОТОРОЙ НЕВОЗМОЖНО ЭФФЕКТИВНОЕ ПРОМЫШЛЕННОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ОБРАТНОГО ОСМОСА.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО ДИССЕРТАЦИИ

(ПРОДОЛЖЕНИЕ-1)

28

4. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕОРИЙ И ВЗГЛЯДОВ НА МЕХАНИЗМЫ ОБРАЗОВАНИЯ ОСАДКОВ ВЗВЕШЕННЫХ И КОЛЛОИДНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ОБРАТНООСМОТИЧЕСКИХ МЕМБРАНАХ ПОКАЗЫВАЕТ, ЧТО В БОЛЬШИНСТВЕ СЛУЧАЕВ ПРИЧИНАМИ РОСТА ОСАДКА СЧИТАЮТСЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ В АППАРАТАХ - ЗНАЧЕНИЯ СКОРОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ ВОДЫ В НАПОРНЫХ КАНАЛАХ, ЗНАЧЕНИЯ УРОВНЯ КОНЦЕНТРАЦИОННОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ, ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ ВЗВЕШЕННЫХ В ВОДЕ ЧАСТИЦ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ МАСС И ДР. КАК ПОКАЗАНО В РЯДЕ ПУБЛИКАЦИЙ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АППАРАТОВ С МЕМБРАННЫМИ КАНАЛАМИ ТРУБЧАТОЙ ФОРМЫ ПРИ ПОДДЕРЖАНИИ ВЫСОКИХ ЗНАЧЕНИЙ СКОРОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ В НИХ ВОДЫ ПОЗВОЛЯЕТ ИЗБЕЖАТЬ ОСЕДАНИЯ НА МЕМБРАНАХ ВЗВЕШЕННЫХ ЧАСТИЦ. ВЛИЯНИЕ ОСАДКА НА СНИЖЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И СЕЛЕКТИВНОСТИ МЕМБРАН ОПИСЫВАЕТСЯ ТЕОРИЕЙ ФИЛЬТРОВАНИЯ С ОБРАЗОВАНИЕМ ОСАДКА И ПРИРОСТА ЕГО ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ. ВМЕСТЕ С ТЕМ, СУЩЕСТВУЮЩИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ОСАДКООБРАЗОВАНИЯ ЧАСТО НЕ ПОЗВОЛЯЮТ ТОЧНО ПРОГНОЗИРОВАТЬ РОСТ ОСАДКОВ НА МЕМБРАНАХ И СНИЖЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МЕМБРАН. ЭТО ВЫЗВАНО ТЕМ, ЧТО БОЛЬШИНСТВО СОВРЕМЕННЫХ ТЕОРИЙ ОСАДКООБРАЗОВАНИЯ НЕ УЧИТЫВАЮТ ВЛИЯНИЯ МАТЕРИАЛА И ЗАРЯДА МЕМБРАН НА ПРОЦЕССЫ АДГЕЗИИ ВЗВЕШЕННЫХ В ВОДЕ ЧАСТИЦ НА ПОВЕРХНОСТИ МЕМБРАН. КРОМЕ ТОГО, НА ПРОЦЕССЫ ОСАДКООБРАЗОВАНИЯ ОГРОМНОЕ ВЛИЯНИЕ ОКАЗЫВАЕТ КОНСТРУКЦИЯ НАПОРНОГО МЕМБРАННОГО КАНАЛА ВСЛЕДСТВИЕ ОБРАЗОВАНИЯ "ЗАСТОЙНЫХ" ЗОН НА МЕМБРАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ И НЕРАВНОМЕРНОСТИ ПОТОКОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВДОЛЬ ПОВЕРХНОСТИ МЕМБРАНЫ. ПОЭТОМУ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НА ОСНОВЕ МЕТОДА ОБРАТНОГО ОСМОСА НЕОБХОДИМО СОЧЕТАТЬ ПОДБОР ГИДРАВЛИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ МЕМБРАННЫХ АППАРАТОВ С КОНСТРУКЦИЕЙ АППАРАТОВ И ТИПОМ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МЕМБРАН. ДЛЯ СОЗДАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ОЧИСТКИ ЛИВНЕВЫХ СТОЧНЫХ ВОД НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНЫМ ПРЕДСТАВЛЯЕТСЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РУЛОННЫХ АППАРАТОВ С "ОТКРЫТЫМ" КАНАЛОМ, РАЗРАБОТАННЫХ НА КАФЕДРЕ ВОДОСНАБЖЕНИЯ МГСУ. КАНАЛЫ ТАКИХ АППАРАТОВ ЛИШЕНЫ "ЗАСТОЙНЫХ" ЗОН, ЧТО ПОЗВОЛЯЕТ ИСПОЛЬЗОВАТЬ ИХ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОД С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ.5.

ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ОБЩЕГО СОЛЕСОДЕРЖАНИЯ НА «ПРОСКОК» ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ФИЛЬТРАТ УСТАНОВКИ ПОЛУЧЕНЫ ЗАВИСИМОСТИ, ПОЗВОЛЯЮЩИЕ КОНТРОЛИРОВАТЬ КАЧЕСТВО ОЧИЩЕННОЙ ВОДЫ.

5. ДЛЯ ОЧИСТКИ ЛИВНЕВЫХ СТОЧНЫХ ВОД АВТОРОМ ПРЕДЛОЖЕНА ТЕХНО-ЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА, ИСПОЛЬЗУЮЩАЯ МЕМБРАННЫЕ АППАРАТЫ С "ОТКРЫТЫМ" КАНАЛОМ. МЕМБРАННАЯ УСТАНОВКА РАБОТАЕТ В ЦИРКУЛЯЦИОННОМ РЕЖИМЕ, В СООТВЕТСТВИИ С КОТОРЫМ БОЛЬШАЯ ЧАСТЬ РАСХОДА КОНЦЕНТРАТА ВОЗВРАЩАЕТСЯ НА ПОВТОРНУЮ ОЧИСТКУ. ВЫСОКИЕ СКОРОСТИ ТРАНЗИТНОГО ПОТОКА КОНЦЕНТРАТА В КАНАЛАХ АППАРАТА ПОЗВОЛЯЮТ СВЕСТИ К МИНИМУМУ СКОРОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ НА МЕМБРАНАХ ОСАДКОВ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ. УДАЛЕНИЕ НАКОПЛЕННОГО НА МЕМБРАНАХ ОСАДКА ПРОИЗВОДИТСЯ С ПОМОЩЬЮ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПРОМЫВОК СО СБРОСОМ ДАВЛЕНИЯ, ПОЗВОЛЯЮЩИХ "СРЫВАТЬ" ЗАГРЯЗНЕНИЯ С ПОВЕРХНОСТИ МЕМБРАН ЗА СЧЕТ РЕЗКОГО УВЕЛИЧЕНИЯ СКОРОСТИ ТРАНЗИТНОГО ПОТОКА НАД МЕМБРАНОЙ. В ПРОЦЕССЕ РАБОТЫ МЕМБРАННОЙ УСТАНОВКИ В ЦИРКУЛЯЦИОННОМ РЕЖИМЕ ВЕЛИЧИНА ВЫХОДА ФИЛЬТРАТА ДОСТИГАЕТ ДО ВЕЛИЧИНЫ 99% (ЧТО СООТВЕТСТВУЕТ ЗНАЧЕНИЮ РАСХОДА КОНЦЕНТРАТА НА УРОВНЕ 1% ОТ ОБЩЕГО РАСХОДА ОЧИЩАЕМОЙ ВОДЫ).КОНЦЕНТРАТ, СОДЕРЖАЩИЙ ВСЕ ЗАДЕРЖАННЫЕ МЕМБРАНОЙ РАСТВОРЕННЫЕ СОЛИ И ОРГАНИЧЕСКИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ (В ТОМ ЧИСЛЕ НЕФТЕПРОДУКТЫ И СПАВ) ВЫВОДИТСЯ ИЗ УСТАНОВКИ ВМЕСТЕ С ВЛАЖНЫМ ОСАДКОМ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ, УДАЛЯЕМЫХ С МЕМБРАН С ПОМОЩЬЮ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПРОМЫВОК. ПОСКОЛЬКУ С РОСТОМ ВЕЛИЧИНЫ ВЫХОДА ФИЛЬТРАТА С УСТАНОВКИ КОНЦЕНТРАЦИИ РАСТВОРЕННЫХ СОЛЕЙ В КОНЦЕНТРАТЕ ВОЗРАСТАЮТ, ВЕЛИЧИНА УДЕЛЬНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МЕМБРАН ПАДАЕТ С УВЕЛИЧЕНИЕМ ВЫХОДА ФИЛЬТРАТА. ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ ЗАДАННОЙ ВЕЛИЧИНЫ УДЕЛЬНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МЕМБРАН В УСТАНОВКАХ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ ДВУХСТУПЕНЧАТАЯ СХЕМА ОЧИСТКИ, В СООТВЕТСТВИИ С КОТОРОЙ ПО ДОСТИЖЕНИИ ЗАДАННОЙ ВЕЛИЧИНЫ ОБЩЕГО СОЛЕСОДЕРЖАНИЯ КОНЦЕНТРАТА ДАЛЬНЕЙШЕЕ УВЕЛИЧЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ВЫХОДА ФИЛЬТРАТА ДОСТИГАЕТСЯ НА УСТАНОВКЕ ВТОРОЙ СТУПЕНИ, ИСПОЛЬЗУЮЩЕЙ БОЛЕЕ ВЫСОКИЕ ВЕЛИЧИНЫ РАБОЧЕГО ДАВЛЕНИЯ (ЧЕМ НА ПЕРВОЙ СТУПЕНИ) И МЕМБРАНЫ С БОЛЬШЕЙ ВЕЛИЧИНОЙ УДЕЛЬНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ. ПО АНАЛОГИЧНОЙ СХЕМЕ РАБОТАЮТ УСТАНОВКИ ОЧИСТКИ ОБОРОТНЫХ ВОД АВТОМОЕК.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО ДИССЕРТАЦИИ (ПРОДОЛЖЕНИЕ-2)

6. В РАБОТЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО ОПРЕДЕЛЕНА ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ПАРАМЕТРЫ ДВУХСТУПЕНЧАТОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ОЧИСТКИ ЛИВНЕВЫХ СТОЧНЫХ ВОД: ТРЕБУЕМЫЕ ВЕЛИЧИНЫ ВЫХОДА ФИЛЬТРАТА, ТРЕБУЕМЫЕ ТИПЫ МЕМБРАН И ПЛОЩАДИ ИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ, ТРЕБУЕМЫЕ ВЕЛИЧИНЫ РАБОЧЕГО ДАВЛЕНИЯ. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО ПОЛУЧЕНЫ ЗАВИСИМОСТИ: СНИЖЕНИЯ УДЕЛЬНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МЕМБРАН ПРИ УВЕЛИЧЕНИИ ВЕЛИЧИНЫ ВЫХОДА ФИЛЬТРАТА; ИЗМЕНЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ, СПАВ, ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ; СНИЖЕНИЯ ВЕЛИЧИН БПК И ОБЩЕГО СОЛЕСОДЕРЖАНИЯ. ИССЛЕДОВАНО ВЛИЯНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ОБЩЕГО СОЛЕСОДЕРЖАНИЯ ИСХОДНОЙ ВОДЫ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОЧИСТКИ ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ И СПАВ.

7. ИЗУЧЕНЫ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ НА МЕМБРАНАХ ОСАДКОВ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ В ИСХОДНОЙ ВОДЕ ЧАСТИЦ ПО РАЗМЕРАМ И ПО МАССАМ. РАЗРАБОТАННАЯ В РАБОТЕ МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КОЛИЧЕСТВА ОТЛОЖЕНИЙ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ НА МЕМБРАНАХ ПОЗВОЛЯЕТ ОПРЕДЕЛИТЬ: ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ОБРАЗОВАВШИХСЯ НА МЕМБРАНАХ ОТЛОЖЕНИЙ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ И ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ОТЛОЖЕНИЙ, УДАЛЯЕМЫХ С МЕМБРАН С ПОМОЩЬЮ ПРОВЕДЕНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПРОМЫВОК; ЗАВИСИМОСТИ КОЛИЧЕСТВА ОСАЖДЕННЫХ ЧАСТИЦ В ОТСТОЙНИКЕ ОТ ВРЕМЕНИ. ПОЛУЧЕННЫЕ ЗАВИСИМОСТИ ПОЗВОЛЯЮТ ПРОВОДИТЬ РАСЧЕТ СООРУЖЕНИЙ ПО НАКОПЛЕНИЮ И ОТСТАИВАНИЮ ОСАДКОВ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ, НАХОДЯЩИХСЯ В ПРОМЫВНЫХ ВОДАХ.

8. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО ОПРЕДЕЛЕНА ПАРАМЕТРЫ РАБОТЫ УСТАНОВОК ПО ОЧИСТКЕ ОБОРОТНЫХ ВОД АВТОМОЕК: ВЕЛИЧИНЫ РАБОЧЕГО ДАВЛЕНИЯ, ВЫХОДА ФИЛЬТРАТА, ПЛОЩАДИ МЕМБРАН. ЭТИ ПАРАМЕТРЫ ОПРЕДЕЛЕНА НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ: УДЕЛЬНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МЕМБРАН ОТ ВЕЛИЧИНЫ ОБЩЕГО СОЛЕСОДЕРЖАНИЯ ИСХОДНОЙ ВОДЫ; ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ОБОРОТНОЙ ВОДЫ ОТ ВЕЛИЧИНЫ ВЫХОДА ФИЛЬТРАТА УСТАНОВКИ.

9. ПРЕДЛОЖЕНЫ ПУТИ РЕШЕНИЯ ОПТИМИЗАЦИОННЫХ ЗАДАЧ, СВЯЗАННЫХ С РАСЧЕТОМ УСТАНОВОК ОЧИСТКИ ЛИВНЕВЫХ СТОКОВ: ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ ВЕЛИЧИНЫ ВЫХОДА ФИЛЬТРАТА НА КАЖДОЙ ИЗ СТУПЕНЕЙ ОЧИСТКИ; ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ ВЕЛИЧИНЫ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ФИЛЬТРОЦИКЛА МЕЖДУ ПРОВЕДЕНИЕМ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПРОМЫВОК; ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ ВЕЛИЧИНЫ ОБЩЕГО СОЛЕСОДЕРЖАНИЯ ОБОРОТНОЙ ВОДЫ В КОНТУРЕ АВТОМОЕК. РЕШЕНИЕ ОПТИМИЗАЦИОННЫХ ЗАДАЧ ПРОВЕДЕНО НА ОСНОВЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МИНИМАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВЕЛИЧИН ОПРЕДЕЛЯЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ.

10. РАЗРАБОТАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИМЕЮТ ПРОМЫШЛЕННОЕ ВНЕДРЕНИЕ - УСТАНОВКИ ОБРАТНОГО ОСМОСА, РАБОТАЮЩИЕ В СООТВЕТСТВИИ С РАЗРАБОТАННОЙ ДВУХСТУПЕНЧАТОЙ СХЕМОЙ, ВНЕДРЕНА В ПРОЕКТ, УСТАНОВЛЕНА И РАБОТАЮТ В ГУП «МОСКОВСКИЙ МЕТРОПОЛИТЕН», ЭЛЕКТРОДЕПО «ВАРШАВСКОЕ» И В ФИЛИАЛЕ ФГУП «ЦЭНКИ» - КБ «МОТОР». ПРИ ПОДГОТОВКЕ ПРОЕКТОВ АВТОРОМ ПРОВЕДЕНО ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ ПРЕДЛАГАЕМЫХ РЕШЕНИЙ С УСТАНОВКАМИ ОЧИСТКИ ЛИВНЕВЫХ СТОКОВ ПРОМПЛОЩАДОК, РАБОТАЮЩИХ ПО ТРАДИЦИОННОЙ СХЕМЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ СОРБЦИОННЫХ ФИЛЬТРОВ. КАК ПОКАЗЫВАЮТ ПРИВЕДЕННЫЕ В РАБОТЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ, ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ МЕМБРАННЫХ УСТАНОВОК ДОСТИГАЕТСЯ В ОСНОВНОМ ЗА СЧЕТ ЭКОНОМИИ ЗАТРАТ НА ЗАМЕНУ ДОРОГОСТОЯЩИХ СОРБЦИОННЫХ ЗАГРУЗОК ФИЛЬТРОВ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕАГЕНТОВ.