

УТВЕРЖДАЮ:
(Зам.руководителя ведомства,
министерства)

« _____ » _____ 19 ____ г.

Уч. № 33 дсп

Для служебного пользования
экз. № 103

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ

Байкальского целлюлозно-бумажного
комбината (БЦБК)
г. Байкальск

Директор БЦБК

« _____ » _____ 19 ____ г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к экологическому паспорту Байкальского
целлюлозно-бумажного комбината

Экологический паспорт комбината выполнен по схеме, которая была разработана Сибирским отделением АН СССР и вошла как составная часть в "Нормы допустимых воздействий на экологическую систему озера Байкал (на период 1987-1995 гг.)".

Экологический паспорт составлен на основе материалов по инвентаризации выбросов в атмосферу и сбросов очищенных стоков в водоем по состоянию на 1 января 1988 г. Инвентаризация источников выбросов в атмосферу согласована с Иркутским управлением Госкомгидромета, а сброс очищенных стоков комбината в оз. Байкал с Байкальской бассейновой инспекцией Минводхоза РСФСР.

Технологическая схема очистки сточных вод и переработки осадка дает представление об основных звеньях комплексной глубокой очистки стоков. Стоки поступают на очистные сооружения двумя потоками, отличающимися степенью загрязненности. Формирование стоков по отдельным источникам детально показано на балансовой схеме водопотребления комбината.

Обзор мировой литературы по воздействию на окружающую среду производств ближайших аналогов представлен обзором М.А.Гречева и Т.К.Поповой "Влияние производств сульфатной целлюлозы на окружающую среду", препринт, Новосибирск, 1987 в сокращенном варианте.

Раздел экологического паспорта предприятия, касающийся сведений о наличии в СССР технологий, обеспечивающих достижение наилучших удельных показателей по охране природы (п.13.содержания), выполняется ВНИОбумпромом, которому поручено сделать конъюнктурный обзор по газовым выбросам и очистке сточных вод с использованием передовых зарубежных данных (протокол совещания у первого заместителя Министра лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности СССР т.Гуськова от 24 февраля 1988 г.).

СОДЕРЖАНИЕ

I.	Природно-климатическая характеристика района БЦК с характеристикой источников водозабора	5
2.	План предприятия с указанием расположения це- хов и других источников загрязнения воздуха и сброса сточных вод (название, координаты), а также мест хранения твердых отходов	17
3.	Общие сведения о предприятии, краткое описа- ние и технологические схемы выпуска основных видов продукции с приложением формы (Ф-8.3).	23
4.	Технологические схемы очистки аэропромвыбро- сов (по источникам)	28
5.	Характеристика сырья (форма Ф-8.5)	33
6.	Характеристика аэропромвыбросов (форма Ф-8.6)	34
7.	Технологические схемы очистки сточных вод (по источникам).	42
8.	Характеристика очищенных сточных вод (форма Ф-8.8).	44
9.	Характеристика твердых отходов (форма Ф-8.9)	46
10.	Характеристика используемого топлива по произ- водствам и в целом по предприятию (форма Ф-8.10)	48
11.	Обзор мировой литературы по влиянию на ок- ружающую среду производств-ближайших ана- логов (форма Ф-8.11)	49
12.	Карта технологического уровня предприятия (форма Ф-8.12)	110
13.	Сведения о наличии в СССР технологий, обеспе- чивающих достижение наилучших удельных пока- зателей по охране природы.	
14.	Сведения о наличии в СССР (мире) средств контроля качества аэропромвыбросов и сточ- ных вод.	113
15.	Перечень планируемых мероприятий, направ- ленных на снижение нагрузки на окружающую среду с указанием сроков, объемов затрат уровней и объемов выбросов вредных веществ до и после проведения каждого мероприятия.	117

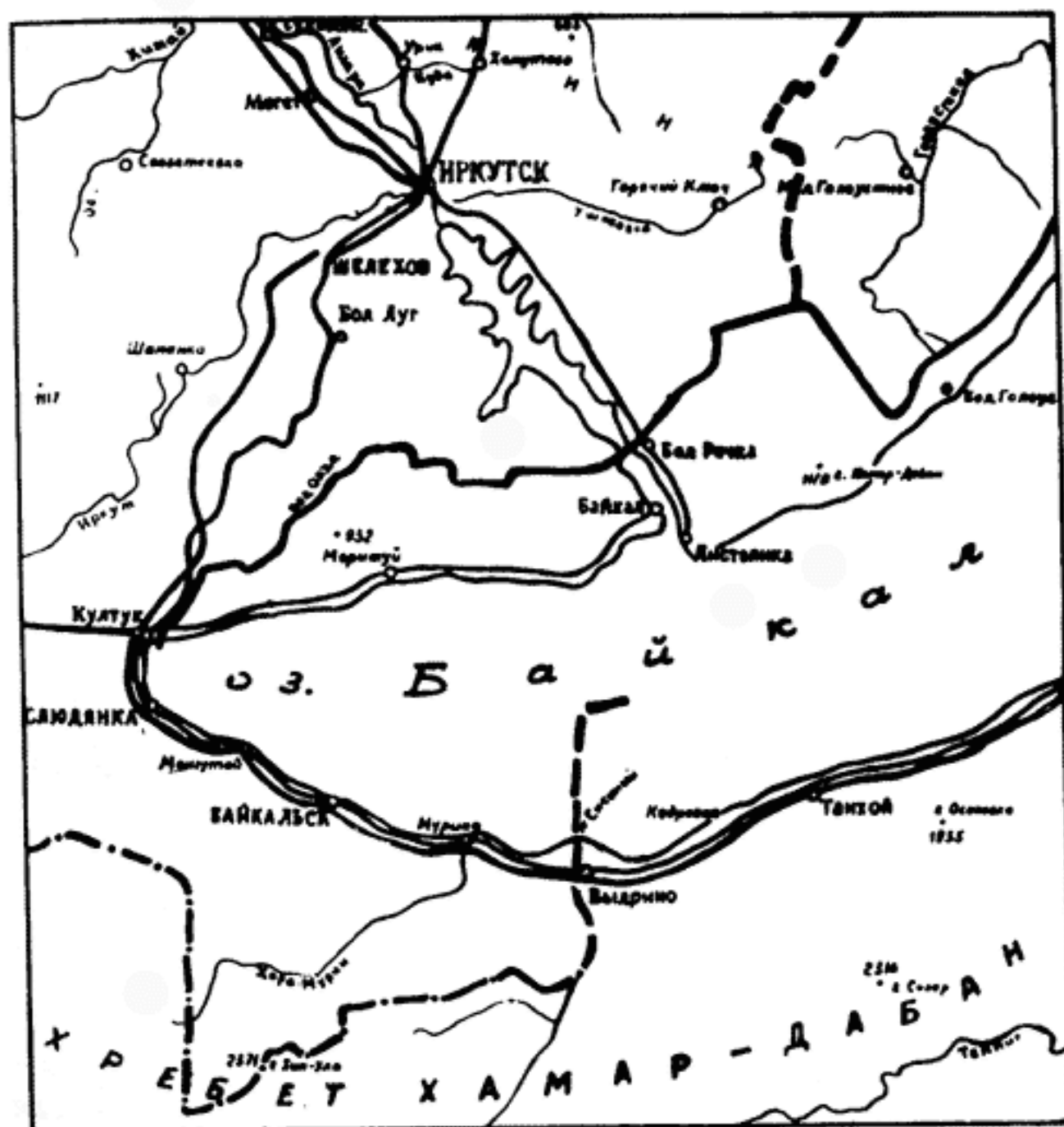
I. ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ПРЕДПРИЯТИЯ

Район Байкальского ЦБК относится к южному Прибайкалью и занимает северные отроги хребта Хамар-Дабан и прибрежную полосу оз. Байкал (рис. I).

Рельеф этого района неоднороден и характеризуется сильной расчлененностью, большими абсолютными и относительными превышениями. Рельеф района контрастен. Наряду с высокими гольцами, приподнятыми на абсолютную высоту до 2000 м и выше, имеет место глубокая депрессия суши в виде впадины оз. Байкал. Наиболее высокие хребты расположены в 20–36 км от Байкала и большую часть года покрыты снегом. Хребет Хамар-Дабан характеризуется резко пересеченным рельефом ее северных, обращенных к Байкалу склонов и представляет собой типично высокогорную область с цепью гольцов, вытянутых в широтном направлении и имеющих Альпийский характер. Такой рельеф обусловлен широким распространением каров, образующих зубчатые гребни. Ледниковые формы рельефа – кары, трог и другие аналогичные формы приурочены к наиболее высоким участкам хребтов. Хребет Хамар-Дабан, понижаясь в сторону Байкала, нередко разветвляется на ряд отдельных хребтов. На протяжении от г. Слюдянка до р. Утулик отроги Хамар-Дабана опускаются к Байкалу крутыми уступами.

На участке от устья р. Утулик до устья р. Малая Осиновка горы отступают от Байкала в среднем на 1–2 км. Наибольшей ширины предгорная полоса с относительно ровным рельефом достигает в районе устьев наиболее крупных рек района – р. Утулик и Солзан. Здесь эта полоса достигает 3,0–3,5 км.

Фрагмент
карты Южного Прибайкалья



М-б 1:1000000

Условные обозначения:

- | | |
|------------------------|--|
| — железные дороги | --- административная граница |
| — автомобильные дороги | — граница Прибайкальского природного национального парка |
| ● областной центр | — территория, предлагаемая Лимнологическим институтом, для включения в национальный парк |
| ○ населенные пункты | |

Рассматриваемый район имеет чрезвычайно развитую речную сеть. Основными речками района являются Утулик, Бабха, Харлахта, Большая Осиновка и Малая Осиновка.

Долины рек и ручьев характеризуются узкими, У-образными поперечными профилями и большими продольными уклонами. Очертания долин рек и ручьев извилистые, но общее направление с юга на север. В наиболее крупные реки (Утулик, Бабха, Солзон, Большая Осиновка) впадают многочисленные притоки.

Направление долин нередко определяет направление приземного ветрового переноса, в том числе и распространение газовых выбросов БЦК.

Город Байкальск представлен несколькими микрорайонами, расположенными с наветренной стороны к промплощадке комбината:

- поселок строителей расположен между рекой Харлахтой и ручьем Кирпичным. Жилая застройка состоит из бараков и двухэтажных деревянных шестнадцатиквартирных домов;

- южная площадка (микрорайон А, Б, В) находится южнее железной дороги в междуречье рек Солзан и Бабха. Жилая застройка осуществлена двухэтажными деревянными и трехэтажными панельными домами;

- северная площадка (микрорайон Д) находится в междуречье рек Солзан-Харлахта к северу от железной дороги. Жилая застройка осуществлена трехэтажными кирпичными домами.

Основным видом внутригородского пассажирского транспорта является автобус. Часть населения с поселков Южный и Северный достигает комбината пешим порядком.

Климатическая характеристика

Климат узкой прибрежной полосы носит морской характер, несмотря на положение озера в глубине огромного материка, что обусловлено обширностью и глубиной Байкала, его положением (закрытым со всех сторон горными хребтами, которые затрудняют обмен воздуха между Байкальской котловиной и прилегающими территориями), а также особенностями циркуляции атмосферы над Восточной Сибирью с преимущественно слабыми ветрами.

Зима на побережье Байкала на 2-8°С теплее, а лето заметно прохладнее по сравнению с соседними районами Прибайкалья.

В таблице I приведены сведения о среднемесячных и средне-годовой температуре воздуха за период с 1962 по 1977 гг. (по данным метеостанции Байкальск).

Таблица I

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
-17,0	-18,3	-9,4	0,8	10,3	11,8	15,4	13,9	8,0	1,2	-6,5	-11,8	-0,6

Ветровой режим

Ветровой режим гонимой части оз. Байкал формируется под влиянием многих факторов, в связи с чем он отличается чрезвычайной сложностью и многообразием.

Существенное влияние на него оказывает рельеф.

Хребты, окружающие со всех сторон Байкал, способствуют возникновению местных циркуляций атмосферы. Почти в течение всего года режим ветров существенно меняется. Это объясняется, в основном, большими термическими контрастами между озером и окружающей его сушей. На этой основе в годовом цикле можно выделить 7 периодов:

Январь. В результате возникновения ледяного покрова ослабляется термический контраст, при этом уменьшается повторяемость муссонных потоков, направленных от берегов на озеро, и увеличивается повторяемость продольных ветров северо-восточного и юго-западного направлений. В январе много штилей.

Февраль и март. Над закрытым Байкалом резко увеличивается повторяемость "Култука" и "Верховика". Над южной и средней частью озера суммарная их повторяемость достигает 80%. Повторяемость береговых ветров уменьшается до 20%, а штилей - на 1-4%.

Апрель-май. С разрушением Сибирского антициклона и зимней байкальской депрессии над озером формируется местный максимум давления, ветров, дующих с берега на озеро, вследствие чего уменьшается повторяемость, термическая неоднородность между теплым берегом и холодным озером обуславливает возникновение бризов, дующих с озера на сушу. В долинах рек этот процесс с озера выражен резче, так как здесь на дневной бриз накладывается долинный ветер (68-80%). Число штилей уменьшается.

Июнь-июль. Термические различия озера и суши увеличиваются в результате активного прогрева суши и более замедленного – водной толщи, что способствует усилению горно-долинных и бризовых ветров, получающих наибольшее развитие в светлую часть суток.

Ночью местная циркуляция выражена слабо.

Повторяемость ветров с озера на сушу на 10–16% больше, чем весной. Повторяемость штилей остается на уровне весеннего периода, а продольных ветров составляет 41%.

Август. Наибольший прогрев воды в результате развития планктона и снижения прозрачности воды приводит к ослаблению дневных озерных бризов и горно-долинных ветров, направленных от берега на озеро. Повторяемость штилей почти не меняется.

Сентябрь и октябрь. В результате большого понижения температуры суши по сравнению с озером (вода становится теплее окружающей среды) получают развитие ветры, направленные с берегов на озеро. Если в августе такие ветры наблюдаются преимущественно ночью, то в этот период они держатся значительную часть суток. Повторяемость штилей заметно уменьшается как и повторяемость продольных ветров (до 25–35%).

Ноябрь и декабрь. Повторяемость продольных ветров продолжает уменьшаться, а береговых – возрастать, на юге озера повторяемость последних увеличивается до 74%. Повторяемость штилей уменьшается до 2–15%.

Влияние термобарических контрастов на годовой ход скорости ветра является основным фактором, определяющим режим ветра над озером.

Таким образом, влияние термобарических контрастов на годовой ход скорости ветра является основным фактором, определяющим режим ветра над озером.

Основной максимум годового хода средней скорости ветра приходится на ноябрь-декабрь. В этот период по береговым склонам в котловину озера устремляются компенсационные потоки со скоростью до 10–15 м/с, вследствие оттока вверх прогретого воздуха, над Байкалом, несмотря на ослабление общей циркуляции до минимума.

В мае-августе отмечается минимум годового хода средней скорости ветра.

Суточный ход скоростей ветра у земли имеет максимум весной и летом в дневные часы, осенью и зимой он смещается на ночные часы с минимумом утренние.

В формировании местных циркуляций существенную роль играют термические токи и вертикальные движения воздуха. Регулярных аэрологических наблюдений, связанных с обслуживанием авиации в районе Южного Байкала, не производится Иркутским управлением по гидрометеорологии и контролю природной среды. Однако периодические исследования показывают, что в осенне-зимний сезон над поверхностью озера развивается мощная тепловая конвекция, сопровождающаяся возникновением значительных по вертикали вихрей с восходящими и нисходящими потоками. Скорости вертикальных движений колеблются от нескольких сантиметров до метров в секунду.

Максимум достигает 7 м/с.

Вследствие опускания холодного воздуха в котловину озера при контрастах температуры воды и суши, в прибрежной зоне развиваются интенсивные нисходящие движения.

По данным Лимнологического института СО АН СССР, вертикальная мощность вертикальных циркуляций в значительной мере зависит от погодных условий не только в разрезе года, но и в течение одного сезона.

Местная обменная циркуляция получает развитие со второй половины марта и к концу июня достигает максимальной величины и продолжительности существования и вертикальной мощности. Весной, перед развитием бризовой циркуляции дневного типа она начинается в 9-10 часов, а в период ослабления и разрушения ее - в 18-20 часов.

Высота потоков местной циркуляции днем составляет 700-900 м. Вертикальная мощность нижнего потока и противопотока достигает соответственно 200 и 400-500 м.

Иногда высота противопотока составляет 700-900 м.

Максимум высоты бризового циркуляционного потока наступает в 13-15 часов и достигает 900 м.

Максимальные высоты при слабо выраженной бризовой циркуляции несколько снижены по сравнению со средними величинами. Вертикальная мощность нижнего потока в этом случае составит 20-50 м, противопотока - 200-300 м.

В ночное время эти мощности потоков значительно снижены и высота нижней ветви едва улавливается шаропилотными наблюдениями по градиентной мачте.

Изменение направления ветра в течение суток характеризуется как бы колебательным контуром с затуханием при максимальном развитии бризовой деятельности и всплеском в период развития и разрушения. Такой "контур" можно объяснить влиянием местных орографических особенностей района.

Скорость ветра нижней половины приземного потока, образованного бризовой циркуляцией, составляет 2-3 м/с, верхней половины - 4-5 м. В переходных слоях от приземного нижнего потока к противопотоку они снижаются до 1-2 м/с и в некоторых случаях могут быть менее 1 м/с. Общий перенос воздушных масс в исследуемом районе (при благоприятных условиях для возникновения местных ветровых циркуляций) в дневное время начинает проявляться до высоты 700-1000 м.

В ночное время эти высоты снижаются до 200-500 м. В дни с мощным вторжением воздушных масс общий перенос начинает действовать с высоты 50-100 м. Скорость ветра в этих потоках достигает 10-12 м/с.

Радиозондовые наблюдения, проведенные Лимнологическим институтом СО АН СССР с 15 марта по 12 апреля 1974 г., дают представление о характере и частоте температурных инверсий. За указанный период инверсии наблюдались в 88% случаев из всех наблюдений. При этом 20% приходится на приземные инверсии. При этом мощность последних достигала 200-550 м, в среднем же составляла 320 м при градиенте $1,5^{\circ}/100$ м.

Приземные инверсии большей частью проявлялись в вечерние и ночные часы. Нередко наблюдались двойные слои инверсий. Мощность первого приземного слоя составляет 120 м, второго - 150-160 м. Высота его достигала 350 м. Градиенты в этом случае значительно превысили градиенты первого вида. Они составили $3,1^{\circ}/100$ м для первого слоя и $1,2^{\circ}/100$ м для второго.

Значительный процент (40%) наблюдаемых в весенний период инверсий - приподнятые. Они проявляются в основном в дневные сроки и достигают высоты 230 м. Мощность их была 200 м. Градиент температуры в этом слое составил $1,3^{\circ}/100$ м. Второй слой при наличии приподнятой инверсии отмечается редко, всего в 8%

случаев от общего наблюдаемого числа инверсий. Высоты их соответственно равнялись 110 и 380 м. Градиенты температуры в первом слое составили $1^{\circ}/100$ м, во втором — $1,5^{\circ}/100$ м. Общее приращение температуры в слое инверсий от ее нижней границы до верхней во всех случаях не достигало 10 м, тогда как градиенты в некоторых инверсионных слоях равнялись $4-5^{\circ}/100$ м. Градиенты в переходных слоях от инверсионного к слоям с убыванием температуры в большинстве случаев (75%) составляли менее $0,6^{\circ}/100$ м. Граница таких переходных слоев отмечалась на высоте 400 м. В 17% такой градиент оказывался во всем слое от земной поверхности до высоты 400–400 м.

В приземном слое на высоте флюгера (10 м) по данным Байкальской ГМО среднегодовое распределение ветра по направлениям за период наблюдений с 1966 по 1983 гг. выглядит следующим образом (см. таблицу 2).

Таблица 2

Повторяемость ветра в процентах по направлениям								Количество штителей
С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	в %
9	8	7	6	7	27	22	14	18

Значения среднемесячных и среднегодовой скоростей ветра по высоте флюгера (по данным Байкальского ГМО за 1962–1984 гг.) приведены в таблице 3.

Таблица 3

Среднемесячные скорости ветра, м/с												Год
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	1,4
1,2	1,1	1,3	1,6	1,6	1,3	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7	1,7	

Атмосферные осадки

Вымыванию газовых выбросов и оседанию их на поверхности суши или озера в значительной степени способствуют атмосферные осадки.

Северный склон Хамар-Дабана является основным препятствием на пути хорошо увлажняемых северо-западных воздушных потоков.

Наибольшее количество осадков выпадает на участках склонов, расположенных напротив истока р. Ангары. Восточнее и западнее этих участков сумма осадков заметно убывает. Так, например, средняя годовая сумма осадков в г. Слюдянке (западнее истока Ангары) составляет 526 мм, в пос. Выдрино (напротив истока Ангары) – 1100 мм, а в г. Бабушкине восточнее устья Ангары средняя годовая сумма осадков уменьшается до 657 мм.

В рассматриваемом районе на каждые 100 м повышения местности средняя годовая сумма осадков возрастает на 24 мм.

Среднее распределение осадков по месяцам и их средняя сумма за год за период наблюдений с 1962 по 1984 годы приведена в таблице 4.

Таблица 4

Распределение осадков по месяцам, мм												Средне- год. мм
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
21,1	11,3	16,9	27,6	51,1	91,2	190	138	96,0	50,5	35,7	30,8	

Число дней в году с осадками колеблется от 130–140 на побережье до 180–200 в горах.

Туманы

На южном побережье Ю. Байкала туманы в течение года наблюдаются редко. Среднее количество дней с туманами по данным ГМО (г. Байкальск) за период с 1963 по 1980 гг. составило 7. Наибольшее число дней с туманами составило 13 (1975 г.), наименьшее – 1 (1976 г.), в том числе в 4-х случаях наблюдаются относительно плотные туманы, а в 3-х случаях – просвечивающие.

Средняя продолжительность одного плотного тумана – 2 часа 20 мин., просвечивающегося – 1 час 40 мин.

Максимальная продолжительность плотного тумана составила за период наблюдений 5 час. 50 мин., просвечивающегося – 5 часов.

Туманы могут иметь место в любой месяц года. За весь период наблюдений туманы ни разу не наблюдались в феврале и декабре и лишь по одному разу в ноябре и январе.

Наиболее часто и более продолжительное время туманы на побережье Байкала наблюдаются в самые теплые месяцы – июне–августе.

В горах количество дней с туманами значительно больше, чем на побережье.

В таблицах 5, 6 приведены данные о среднем числе дней с туманами и их продолжительности по данным двух соседних метеостанций, из которых одна (в г. Слодянка) расположена у побережья Байкала, другая (Хамар-Дабан) почти на 1000 м выше.

Таблица 5

Метео- станции	Среднее число дней с туманом															Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	X-III	IV-IX		
Слюдянка	0,9	0,4	0,4	0,3	0,2	2	2	0,8	0,4	0,1	0,1	1	3	6	9	
Хамар-Дабан	0,3	0,2	0,6	2	2	5	6	9	0,6	4	2	1	8	30	38	

Таблица 6

Метео- станции	Средняя продолжительность туманов (часы)												Средняя продолжительность в день с туманом			
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год	Холодный период (X-III)	Теплый период (IV-IX)	Год
Слюдянка	3	0,9	1	1	1	8	13	4	2	0,5	0,2	5	40	3,7	4,8	4,4
Хамар-Дабан	0,8	0,3	0,5	5	7	25	40	50	28	18	4	2	181	3,2	6,2	5,5

Характеристика источников водозабора

БЦБК имеет два водозабора из оз. Байкал.

Насосная станция I подъема.

Насосная станция № 2 (совмещенная насосная станция). В июле 1985 г. введена в эксплуатацию новая насосная станция забора воды из оз. Байкал для хозяйственных нужд промбазы и города.

Насосная станция I-го подъема мощностью 403200 м³/сутки. Установлено 4 насоса мощностью 4200 м³/час. Марка насосов РХ-3. Насосная станция I-го подъема относится к цеху водоснабжения, подает воду на станцию сырой воды для механической очистки и подачи ее на технологические нужды комбината. Насосная станция № 2 предназначена для подачи воды на нужды ТЭЦ и противопожарной насосной. Мощность ее 9720 м³/час или 233280 м³/сутки. В насосной установлено 3 насоса мощностью 3240 м³/час каждый. Марка насосов 2ОНДН.

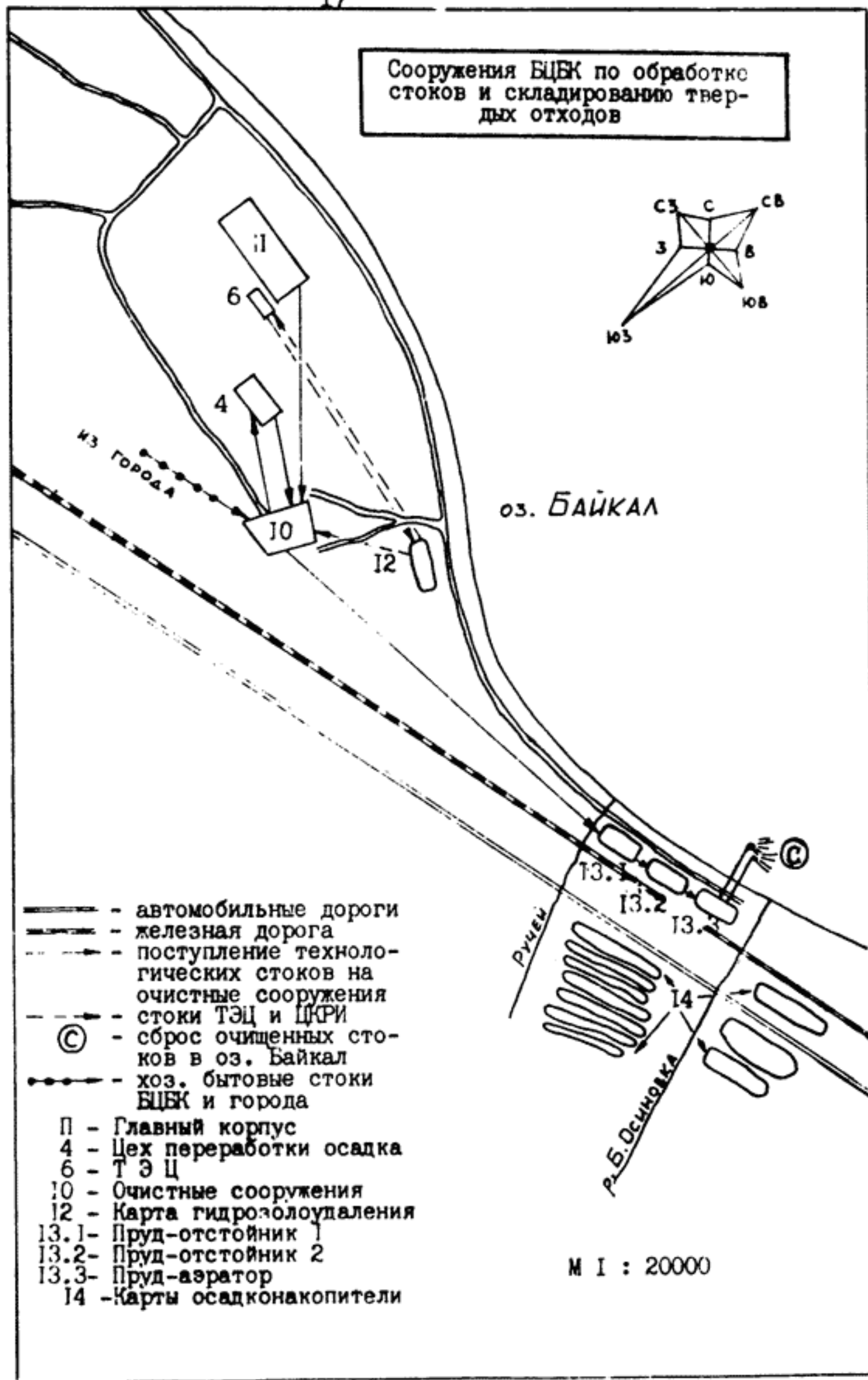
В насосной станции, предназначенной для снабжения промбазы и города хозяйственной водой, установлено 3 насоса. Два насоса марки Д-320 мощностью 320 м³/час и один ЗКБУ мощностью 40 м³/час. Подача воды на эту насосную станцию осуществляется из приемной камеры насосной I подъема.

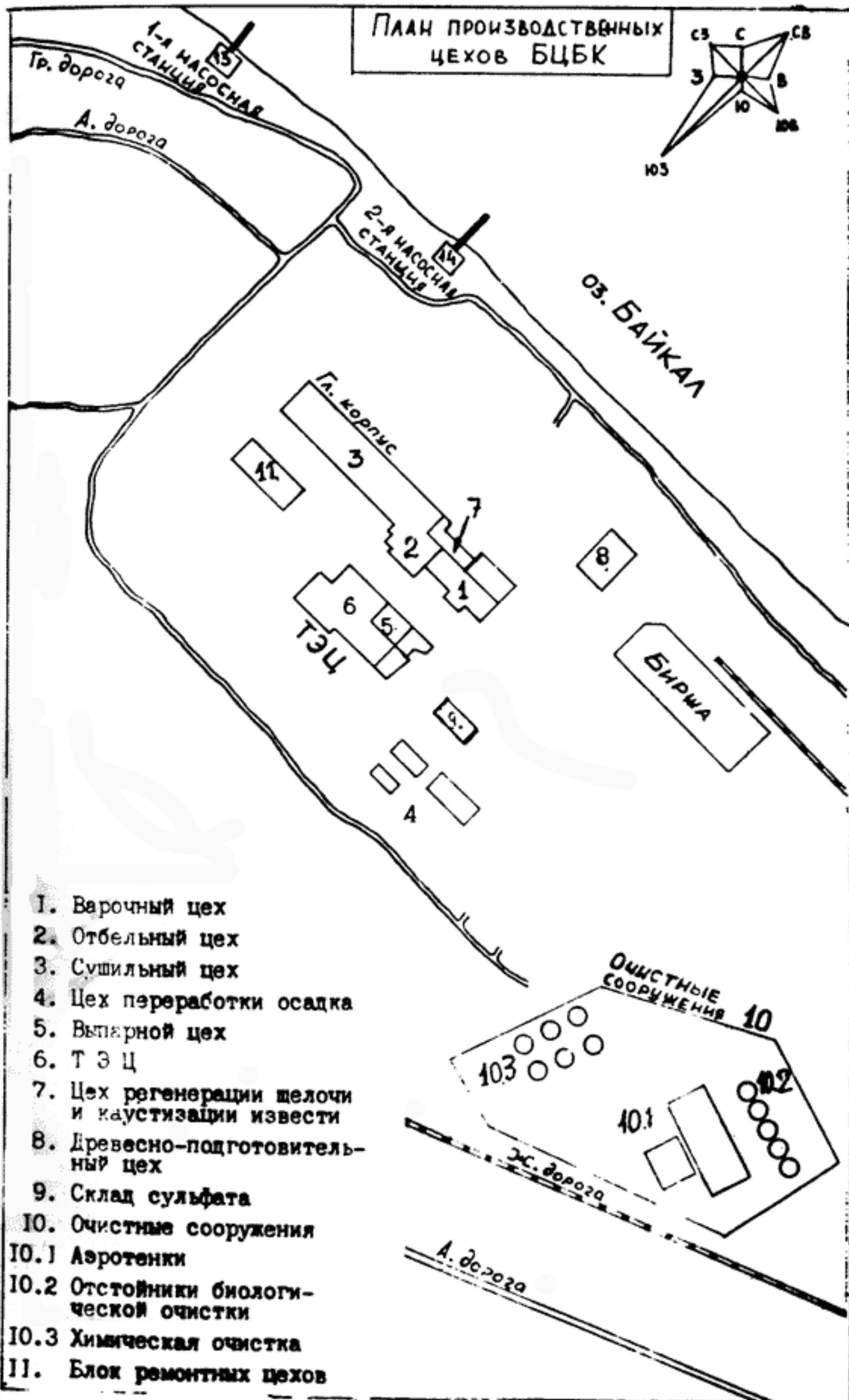
Дебит лето - 3,2 м³/с
 осень - 3,2
 зима - 3,2
 весна - 3,2

Фоновый химический состав воды (мг/л)

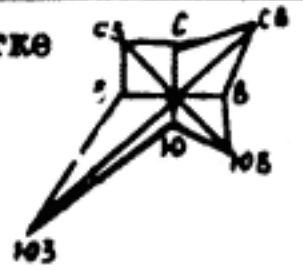
минерализация	- 90
взвешенные	- 0,2
ХПК	- 5,0
гидрокарбонаты	- 64,0
хлориды	- 0,6
сульфаты	- 5,0
фенолы	- 0,0
БПК ₅	- 0,8
O ₂	- II

Сооружения БЦБК по обработке стоков и складированию твердых отходов





Сооружения БЦБК по обработке
стоков и складированию
твердых отходов



оз. БАЙКАЛ

ж. дорога

А дорога



р. Байгал

- 14 - Карты-осадко-
накопители
- 14.1 - Действующие
карты
- 14.2 - Бездействую-
щая карта
- 14.3 - Насосные

Перечень источников выбросов в атмосферу из цехов, обозначенных на плане

Поз.	Наименование источника выбросов	Примечание
1	2	3
	<p>Варочный цех</p> <p>Вентвыбросы</p> <p>Фильтры черного щелока</p> <p>Баки-аккумуляторы</p> <p>Конденсаторы терпентинных сдувок</p> <p>Газопромывные башни</p>	
	<p>Отбелый цех</p> <p>Вентвыбросы</p> <p>Вакуум-фильтры</p> <p>Башни двуокиси хлора</p> <p>Реактор приготовления двуокиси хлора</p> <p>Банки хранения двуокиси хлора</p> <p>Башни беленого волокна</p>	
	<p>Сушильный цех</p> <p>Вентвыбросы</p> <p>Листорезка</p>	
	<p>ЦКРИ</p> <p>Вентвыбросы</p> <p>Известерегенерационные печи</p> <p>Гасители</p> <p>Каустизаторы</p> <p>Дорры</p> <p>Докаустизаторы</p> <p>Бункера хранения шлама</p> <p>Вакуум-фильтры</p> <p>Транспортер подачи извести</p>	

1 ----- 2 ----- 3 -----

Выпарной цех

Реактор разложения сульфетного мыла
 Бак белого щелока из отбельного цеха
 Бак крепкого черного щелока
 Бак крепкого белого щелока
 Бак гидролизата
 Бак приема щелока с ЦКРИ
 Бак полуупаренного белого щелока для
 варочного цеха
 Дезодоризия грязного конденсата
 Приемок грязного конденсата
 Бак полуупаренного черного цеха

ТЭЦ

Содорегенерационные котлоагрегаты
 Коромезутные котлоагрегаты
 Энергетические котлоагрегаты
 Баки плава СРК 1-5
 Рукавные фильтры на складе сульфата
 натрия

Ремонтно-механический цех

Столярный и заточный участок
 Сварочные посты
 Пресс для литья пластмасс
 Электродуговая печь
 Нагревательная печь

Цех переработки осадка

Печь СВС
 Узел смешения полиакриламида
 Коллектор фильтра
 Вентвыбросы
 Неорганизованные источники выбросов

1-----2-----3-----

ТЭЦ

Склад угля

ЦКРМ

Склад известняка

Очистные сооружения

Сооружения биологической очистки
"белого" потока

Сооружения биологической очистки
"черного" потока

Отстойники химической очистки
Карты-осадители

3. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРЕДПРИЯТИИ

Строительство Байкальского целлюлозно-бумажного комбината (БЦБК) осуществляется с 1960 г. на основании постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 9 января 1956 г. № 34-24 и от 7 апреля 1960 г. № 478 на южном берегу оз. Байкал в 40 км восточнее г. Слюдянка Иркутской области.

Проектное задание на строительство комбината было выполнено в 1971 г. и по согласованию с Советом Министров РСФСР и Госстроем СССР утверждено Минбумпромом СССР приказом № 231 от 17 декабря 1971 г.

Основные технико-экономические показатели комбината по проектному заданию:

Целлюлоза сульфатная кордная (товарная)	- 200 тыс. т/год
Бумага оберточная	- 12,5 "
Дрожжи кормовые	- 15,0 "
Побочные продукты (талловое масло, скипидар-сырец)	- 10,0 "

Общая стоимость промышленного строительства определена в ценах : 01.01.84 - 290,6 млн. руб., из них строительно-монтажные работы - 202,5 млн. руб.

На комбинате установлено импортное и отечественное технологическое оборудование.

Подготовка древесного сырья производится в древесно-подготовительном цехе на трех технологических линиях. Потребность в древесном сырье - 1460 тыс. пл. м³/год. Производство целлюлозы принято двумя равновеликими технологическими потоками.

Варка осуществляется в две ступени в 24-х варочных котлах периодического действия объемом по 140 м³ каждый.

В 1970 г. на комбинате введены в действие мощности по производству 100 тыс. т/год кордной целлюлозы на первом технологическом потоке и в 1975 г. - 100 тыс. т/год беленой целлюлозы на втором технологическом потоке.

На втором технологическом потоке организовано производство низковязкой растворимой целлюлозы с паровым предгидролизом.

Предгидролизат кордного и вискозного потока отправляется на выпаривание.

В перспективе (3-й этап) кордный поток предусматривается

перевести на паровой предгидролиз.

Промывка целлюлозы — на двух шестиступенчатых промывных станциях и одной резервной станции.

Отделение сучков производится на центробежных сучколовителях.

Отбелка отсортированной массы для потока вязкой целлюлозы осуществляется по схеме: X—Щ—ГхI—ГО—ДхI/ДхII—ГхII—К, кордного потока — по схеме: X—Щ—ГхI—ХО—ГО—Д—ДхI—ДхII—К.

Далее целлюлоза сортируется и сушится на двух пресспатах, К объектам утилизации отходов производства относятся цехи утилизации черного щелока (выпарной), содорегенерационный, скипидара, таллового масла, производства оберточной бумаги, а также отделение специальных котлов ТЭЦ для сжигания коры и древесных отходов, цехов обезвоживания, сушки и сжигания осадка от химической очистки промстоков.

В настоящее время часть коры (5,0 тыс.т/год) отгружается на предприятия Минлегпрома СССР в качестве сырья при производстве дубильных экстрактов. Высушенный осадок от химической очистки сточных вод (5—10 тыс.т/год) направляется для использования в качестве бурового раствора при геологоразведочных работах. В дальнейшем весь высушенный осадок будет отправляться потребителям, сжигаться не будет.

Энерготеплоснабжение комбината осуществляется от энерготехнологической ТЭЦ мощностью:

энергетическая	— 109 МВт
тепловая	— 533 Гкал/ч

Объектами подсобно-вспомогательного назначения являются лесная биржа с узлом приема древесины железнодорожных поставок, древесно-подготовительный цех, ремонтно-механический и электро-ремонтный цехи, складское хозяйство, очистные сооружения промышленных и городских стоков.

По состоянию на 01.01.86 г. практически строительство основных объектов и сооружений завершено и введены в эксплуатацию все основные производственные мощности и фонды.

Кроме того, в 1980 г. введены в действие впервые в нашей отрасли АСУТП очистных сооружений. В 1984 г. — введена АСУТП верки целлюлозы.

Остаток сметного лимита на 01.01.86 составляет 10,4 млн. руб., в том числе СМР—7,7 млн.руб.

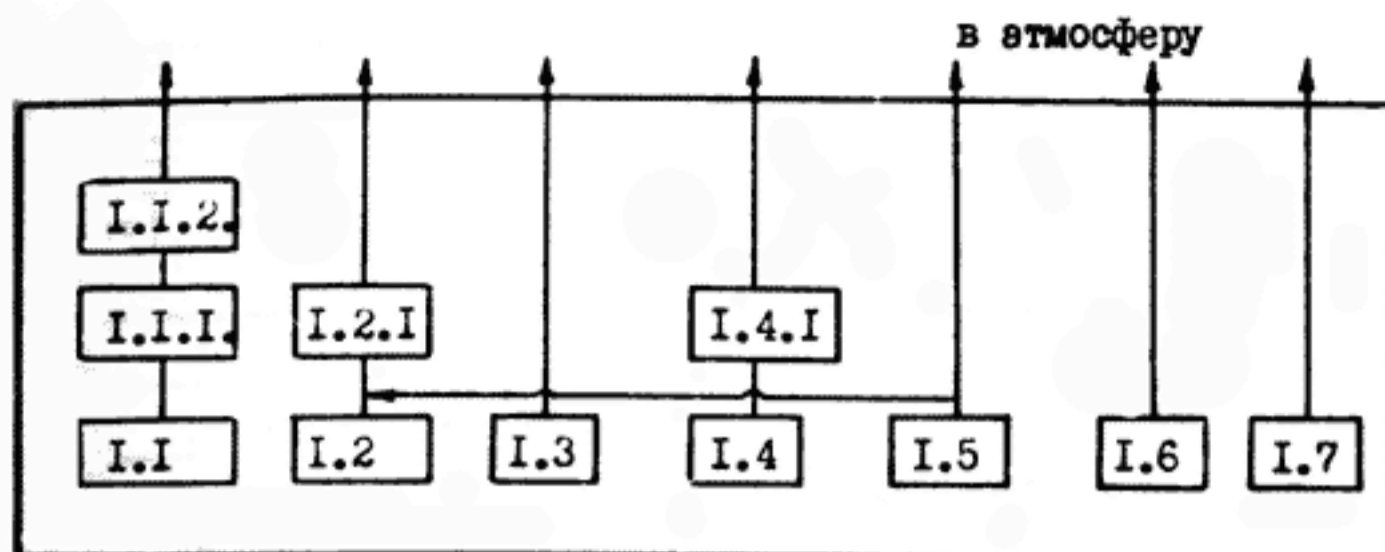
В 1988—1990 гг. намечается строительство и ввод в эксплуатацию АСУТП отбелки целлюлозы, регенерации химикатов, АСОДУ производственными процессами, что значительно стабилизирует работу комбината и улучшить состояние охраны окружающей природной среды в районе Байкальского ЦБК.

Общие сведения о производствах и продукции

№ п/п	Наименование производств (цехов, дающих выбросы в атмосферу и сточные воды, в том числе на очистке сооружения)	Наименование товарной продукции по ГОСТ, ОСТ, МРТУ	Годовая мощность производства на момент составления паспорта, абсолютная и в % к проектной (в том числе в стоимости выражении)	Перспектива развития в % существующему		Водопотребление, м ³ /сутки	Водоотведение, м ³ /сутки
				на 1990г.	на 1995г.		
1	2	3	4	5	6	7	8
	Производство целлюлозы	целлюлоза-кордная-холодного облагораживания ГОСТ 21101-83	78850 т	159,6			
		целлюлоза-кордная горячего облагораживания ТУ-13-7308001-743-86	200000 т				
		Отборы от кордной и вискозной ТУ-81-04-362-75 и ТУ-81-04-367-75	15150 т	159,6			
		целлюлоза за вискозная ГОСТ 24299-80	1600 т				
	Производство бумаги - " - таллового масла	Бумага ГОСТ-82-73-75	66000 т	26,2			
		Талловое масло ОСТ-13-184-83	12660 т	103,5			
			8300 т 9683-проект	180,0			

1	2	3	4	5	6	7	8
Производство скипидара-сырца	Скипидар-сырец ОСТ-13-271-85	1220 т 2090-проект	100,0				
Всего на производстве						219164	218466
Производство электроэнергии		420 млн.квтч				72274	
Всего товарной продукции в действующих ценах			110000 тыс.руб.				

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ОЧИСТКИ АЭРОПРОМВЫБРОСОВ БЦБК

Варочно-промывной цех (I):

Позиция

Аэропромвыбросы

I.1. Варочные котлы
 I.1.1 Терпентинные конденсаторы
 I.1.2. Теплообменник несконденсированных газов

Метанол
 Скипидар

I.2. Пеносборники
 I.2.1. Газопромывная башня

Сероводород
 Метилмеркаптан
 Диметилсульфид
 Диметилдисульфид
 Аэрозоль щелочи

I.3. Фильтры черного щелока

Метилмеркаптан
 Диметилсульфид
 Диметилдисульфид
 Аэрозоль щелочи

I.4. Баки-аккумуляторы

I.4.1. Конденсатор

Сероводород
 Диметилсульфид
 Диметилдисульфид
 Метилмеркаптан
 Скипидар
 Аэрозоль щелочи

I.5. Баки белого щелока

I.5.1. Газопромывная башня

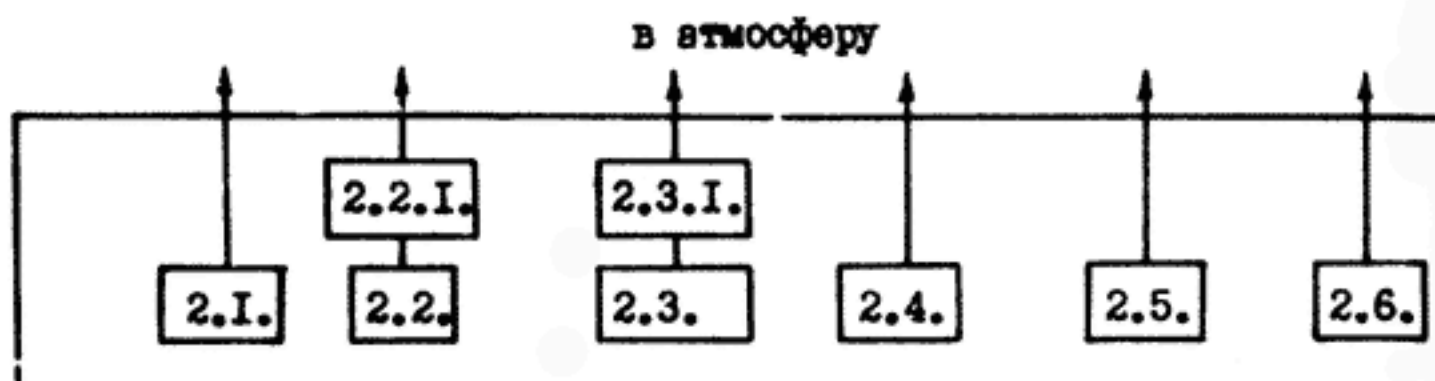
Аэрозоль щелочи
 Аэрозоль щелочи

I.6. Мерники белого щелока

I.7. Вентиляционные выбросы

Сероводород
 Метилмеркаптан
 Метанол
 Скипидар

х) Выброса в атмосферу нет (конденсат после I.1.2 отводится в мерник черного щелока)

Отбельный цех (2):

Позиция	Аэропробы выбросы
2.1. Вакуум-фильтры	Аэрозоль щелочи Двуокись хлора Сернистый ангидрид
2.2. Башни двуокиси хлора	
2.2.I. Скруббер	Двуокись хлора
2.3. Реактор двуокиси хлора	
2.3.I. Абсорбционная колонная	Двуокись хлора
2.4. Башни белевой массой	Сернистый ангидрид
2.5. Танки хранения хлора	Хлор
2.6. Вентиляционные выбросы	Двуокись хлора Сернистый ангидрид Хлор

Сумительный цех (3) :

- 3.1. Листорезка
3.1.I. Циклон

Пыль

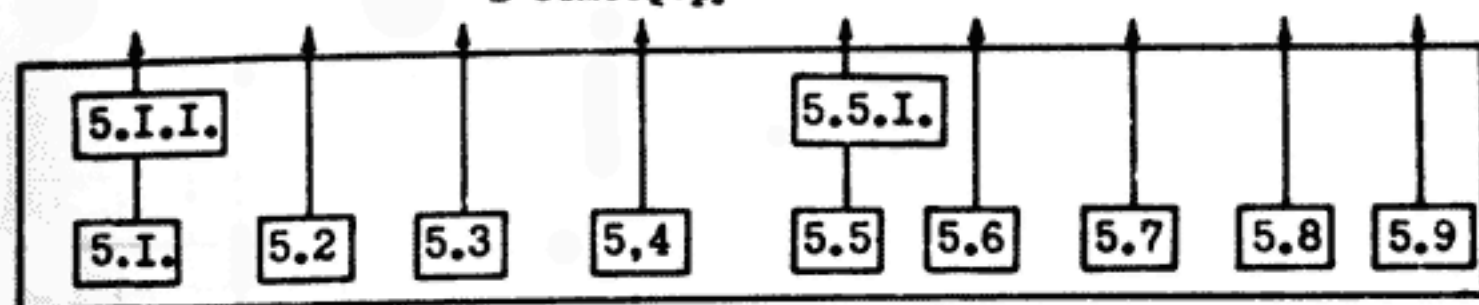
Цех переработки осадка (ШПО) (4):

- 4.1. Печи СВЧ (3 шт.)
4.1.I. Батарейные циклоны
4.1.2. Скруббер

Сернистый ангидрид
Оксиды азота
Оксид углерода
Метилмеркаптан
Пыль

Выпарной цех (5):

в атмосферу



Позиция

Аэропромвыбросы

5.1. Реактор разложения мыла

5.1.I. Скруббер

Серная кислота
Метилмеркаптан
Диметилсульфид

5.2. Баки белого щелока

Сероводород
Метилмеркаптан
Диметилсульфид
Диметилдисульфид
Аэрозоль щелочи

5.3. Баки черного щелока

Сероводород
Метилмеркаптан
Диметилсульфид
Диметилдисульфид
Аэрозоль щелочи

5.4. Бак предгидролизата

Сероводород
Метилмеркаптан
Диметилсульфид
Диметилдисульфид
Аэрозоль щелочи
Скипидар

5.6. Конденсат межтрубного пространства

5.5.I. Скруббер

Сероводород
Метилмеркаптан
Диметилсульфид
Диметилдисульфид

5.6. Прямок грязного конденсата

то же

5.7. Бак упаренного черного щелока

Метилмеркаптан
Диметилсульфид
Аэрозоль щелочи

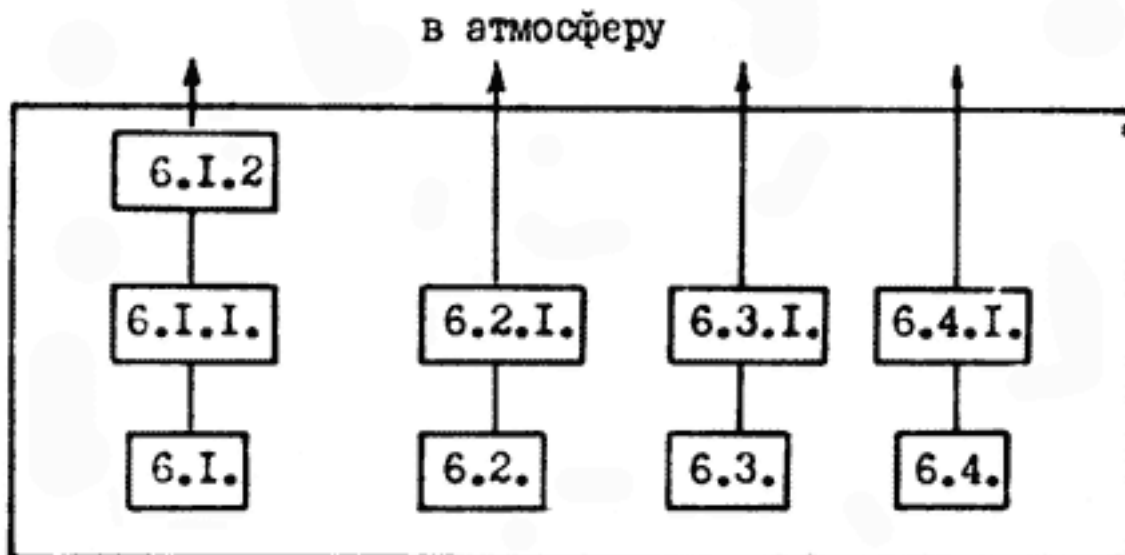
5.7. Сушители талового масла

Сероводород
Метилмеркаптан
Диметилсульфид
Диметилдисульфид

5.9. Баки сырого мыла

То же

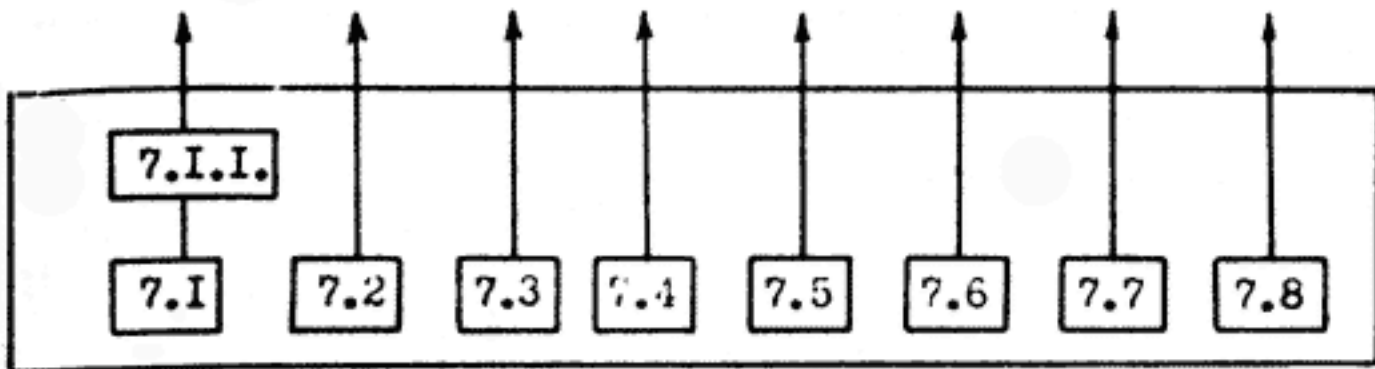
ТЭЦ (6) :



Позиция	Аэропромвыбросы
6.I. Котлы водорегенерационные (5 шт.)	Сероводород Метилмерcaptан Сернистый ангидрид Оксид углерода Оксиды азота Пыль
6.I.I. Электрофильтры	
6.I.2. Дезодорационные установки	
6.2. Баки плава	
6.2.I. Конденсатор	Сероводород Метилмерcaptан Сернистый ангидрид Пыль
6.3. Коромазутные котлы (2 шт.)	
6.3. Скрубберы	Сернистый ангидрид Оксид углерода Оксиды азота Пыль
6.4. Энергетические котлы (5 шт.)	
6.4.I. Электрофильтры	Сернистый ангидрид Оксид углерода Оксиды азота Пыль

Цех каустизации шлока и регенерации извести (7):

в атмосферу



Позиция	Аэропромвыбросы
7.1. Известь регенерационная печь 7.1.I. Скруббер	Сероводород Метилмеркаптан Сернистый ангидрид Окись углерода Окислы азота Пыль
7.2. Гасители	Пыль
7.3. Каустизаторы	Пыль Аэрозоль щелочи
7.4. Докаустизаторы	Пыль Аэрозоль щелочи
7.5. Дорры	Пыль Аэрозоль щелочи
7.6. Бункеры шлама	Аэрозоль щелочи
7.7. Транспортер извести	Пыль
7.8. Вакуум-филтры	Пыль

5. ХАРАКТЕРИСТИКА СЫРЬЯ, ХИМИКАТОВ

№ п/п	Наименование химикатов	ГОСТ, ОСТ, ТУ	Плано- вый расход на 1988г. Т/сутки	Сведения о содержании примесей
1.	Серная кислота (100%)	ГОСТ 2184-77	24,2	Fe - 0,007-0,2; Pb - 0,000-0,01; - 0,00005- -0,05; H ₂ O - 0,00008-0,000
2.	Сода каустиче- ская (100%)	ГОСТ 2263-79	62,8	NaCl -0,007-0,03; Na ₂ SO ₄ - 0,005-0,02; Hg-0,00007- -0,0001; Na ₂ CO ₃ -0,15-0,3; Al ₂ O ₃ -0,002-0,003
3.	Сульфат натрия (100%)	ГОСТ 6318-77	59,9	NaCl -0,2-2; CaSO ₄ 1,0; Mg ²⁺ -0,02-0,2; Fe ₂ O ₃ -0,0 -0,03; вода-0,1-7,0
4.	Аммиачная вода (25%)	ГОСТ 9-77	9	Нелетучий остаток-0,07 -0,2
5.	Силикат-глыба	ГОСТ 13079-81	0,03	(Fe ₂ O ₃ -Al ₂ O ₃)-0,6-1,0; Сера -0,12-0,5; Na ₂ O - 22,5-27,5; CaO-0,4-0,5
6.	А Н П -2	ТУ 02-1067-76	0,181	Вода - не более 20%.
7.	Глинозем (А ₂ O ₃ -13,3%)	ГОСТ 6912-74	57,1	Водонерастворимый ос- таток-0,2 -0,7.
8.	Известняк	ТУ 6-01-832-79	53,7	MgO -0,1; SiO ₂ -1,8; Al ₂ O ₃ -1,0; MgCO ₃ -2,1; Fe ₂ O ₃ -0,2.
9.	Полиакриламид (6%)	ТУ-6-01-1049- -81	25,4	Нерастворенные веществ- ва- 0,1-0,2.
10.	К Б Ж	ОСТ 13-183-83	1,89	Ca - 0,8.
11.	Хлор жидкий	ГОСТ 12257-77	26,8	Вода - 0,01-0,04; неле- тучий остаток-0,015- -0,10; NCl ₃ -0,002-0,004.
12.	Жидкий кислород	ГОСТ 2918-78	8,9	As -0,000004; вода-0,0 нелетучий остаток-0,01- -0,02.
13.	Хлорат натрия (50%)	ГОСТ 12257-77	8,8	Вода - 2,3; SO ₄ ²⁻ -0,01-1,0 Fe-0,005-0,15; NaCl 0,3-1,0; -0,02-0,5.
14.	Суперфосфат	ТУ 113-09-529- 83	1,232	P ₂ O ₅ -2,5-5,0
15.	П А В	ТУ 6-14-268-80	0,472	Железо-0,002.
16.	Лесоматериал круг- лый из хвойных пород	ГОСТ 9463-72	1328710 (пл. кубо- метров в год.	Зола-0,2-0,4; жиры, воски и смолы-3,0-4,9

ХАРАКТЕРИСТИКА АЭРОПРОМЫСЛОВ ПРОИЗВОДСТВА СУЛЬФАТНОЙ ЦЕЛЛЮЗЫ
(выработка целлюлозы 600 тонн в сутки)

№ п/п	Источники аэро-промывосов и его характеристика	№ на плане	Мощность, Н.м ³ /сут.	Перечень выбрасываемых веществ по категориям экологической опасности	Объем выброса по веществам		Сведения об установленных ПДК для веществ				Сведения о соответствии установленных ПДК (число измерений и % нарушений) за 1987 год				Сведения о соблюдении установленных норм ПДВ и ВСВ в 1987 году			Удельный выброс, кг на тонну целлюлозы	
					кг в сутки в сред. за год	кг в час. макс. резов.	в ред. зоне мг/м ³	Для человека		Для растений		резо-вне ср. сут.	резо-вне ср. сут.	уста-новл. ПДВ	уста-новл. ВСВ	факти-ческий выброс, % от ПДВ/ВСВ			
								резо-вне	ср. сут.	резо-вне	ср. сут.								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
I.	Верочный цех	I																	
I.1.	Баз-аккумулятор (труба)	I.4	220000	Сероводород	12,96	0,675	10	0,008	-	-	-	-	-	-	-	1,7	0,68	40/99	0,0216
				Метил-меркапт.	119,52	4,98	0,8	9x10 ⁻⁶	-	-	-	387/54	-	-	-	9,0	3,36	55/148	0,199
				Диметил-сульфид	13,04	0,702	50	0,08	-	-	-	-	-	-	-	1,98	0,76	35/92	0,0217
				Синкилар	29,37	1,464	300	2,0	1,0	-	-	180/1	-	-	-	1,75	1,92	84/76	0,0489
I.2.	То же	I.4		Сероводород	0,06	0,0033	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,7	0,68	0,2/0,4	0,60001
				Метил-меркапт.	83,76	3,49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,0	3,36	39/104	0,139
				Диметил-сульфид	2,33	0,131	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,98	0,76	7/17	0,0039
				Синкилар	41,47	2,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,75	1,92	118/108	0,069
I.3.	Фильтр черного (труба) цelloкa (труба)	I.3	2000	Метил-меркапт.	0,17	0,0071	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,014	0,01	01/11	0,0003
				Диметил-сульфид	0,17	0,0071	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,018	0,006	89/89	0,0003
				Аэрозоль цelloкa	0,17	0,0071	-	-	-	-	-	390/50	-	-	-	0,01	0,006	71/118	0,0003
I.4.	То же	I.3	2500	Метил-меркапт.	0,17	0,0071	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,014	0,01	51/71	0,0003
				Диметил-сульфид	0,086	0,0036	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,008	0,008	45/45	0,0001
				Аэрозоль цelloкa	0,17	0,0071	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	0,006	71/118	0,0003
I.5.	Вязкость (1000 м ²) белого цelloкa с меркином (труба)	I.5	2000	Аэр.цел.	0,15	0,0062	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00025

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
I.6.	Мерник белого пелюка (труба)	I.6	500	Аэр. пелюка	0,02	0,0008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00003
I.7.	Вент. выбросы (труба)	I.7	200000	Метил- меркапт. Серо- водород Аэр.пел. Метанол сжишлар	40,6	1,69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,7	I.I	99/2	0,068
					13,5	1,125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,56	0,36	200/313	0,0225
					39,7	1,656	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,7	I,06	97/156	0,066
					11,7	0,487	5,0	1,0	0,5	-	-	-	-	-	-	0,49	0,31	99/157	0,0195
					7,2	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,19	100/158	0,012
I.8.	Пено- оборники (труба)	I.2																	
2.	Отбальный цех	2																	
2.1.	Вакуум- фильтры	2.1	98000	Аэр.Пел.	3,19	0,186	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,12	0,08	155/233	0,0053
2.2.	То же	2,1	85000	Двуокись хлора	0,17	0,0091	0,1	-	-	-	-	358/27	-	-	-	0,007	0,004	130/228	0,0003
2.3.	То же	2,1	11000	Сернист. ангидрид	14,4	0,828	10	0,5	0,05	-	-	359/1	-	-	-	0,8	0,41	138/202	0,024
2.4.	То же	2,1	16500	Хлор	8,03	0,434	1	0,1	0,03	0,025	0,015	360/8	-	-	-	0,33	0,22	132/197	0,0134
2.5.	Башни двуокиси хлора (труба)	2.2	1800	Двуокись хлора	2,3	0,125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,68	0,73	18/17	0,004
2.6.	То же	2.2	32500	То же	6,3	0,326	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,68	0,73	48/45	0,0105
2.7.	То же	2.2	32500	То же	6,3	0,363	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,68	0,73	53/50	0,0105
2.8.	Реактор приготовления двуокиси хлора (труба)	2.3	90000	Двуокись хлора	0,17	0,0008	-	-	-	-	-	120/1	-	-	-	0,0007	0,0007	114/114	0,00003
2.9.	Танки хранения хлора (хлор)	2,5	8,5	Хлор	7,25	0,392	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,191	131/205	0,012
2.10	Башни хранения	2,4	8500	Сернист. ангидрид	25,2	1,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8	0,62	131/170	0,042

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2.11	Вент. выхлоп (труба)	2.6	266000	Двуокись хлора	0.77	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.83	0.62	139/210	0.0013
				Сернистый ангидрид	2.68	0.112	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.11	0.9	101/124	0.0045
				Хлор	1.3	0.0675	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.05	0.03	135/225	0.0021
3.	Выпарной цех 5																		
3.1.	Привалки грязного конденсата (труба)	5.6	28500	Серво-дород	0.69	0.0364	-	-	-	-	-	240/	-	-	-	0.006	0.003	507/1213	0.00115
				Метил-меркапт.	2.85	0.161	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	0.054	755/279	0.0047
				Диокси-сульфид	7.86	0.417	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.08	0.255	321/269	0.0131
3.2.	Установка дезодорации грязных конденсатов (труба)	5.5.1	60000	Диокси-сульфид	3.2	0.173	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0053
				Серво-дород	21.5	1.128	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	0.0003	-	0.036
				Метил-меркапт.	10	0.499	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.08	0.085	-	0.0166
3.3.	СОУ (трубы)	1.2.1	139000	Диокси-сульфид	9.4	0.508	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.22	0.125	-	0.016
				Серво-дород	0.69	0.0382	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.46	0.26	-	0.00115
				Метил-меркапт	19.2	1.032	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.8	0.47	-	0.032
				Сернист. ангидрид	1.99	0.1077	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0039
3.4.	Реактор реакц. сульфид. газа (труба)	5.1	1728	Серни-к-ге	1.03	0.054	1.0	0.3	0.1	0.1	0.03	120/54	-	-	-	0.04	0.011	135/481	0.0017
				Диокси-сульфид	1.64	0.0883	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	0.048	294/184	0.0027
				Метил-меркапт	1.98	0.10825	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.128	0.1	84/108	0.0083
3.5.	Бак бек. влаги (труба)	5.2	34.56	Аэр.нал.	8.813	0.466	-	-	-	-	-	340/21	-	-	-	1.17	1.17	40/40	0.0147
				Метил-меркапт	0.43	0.0232	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.08	0.08	290/39	0.00071
				Диокси-сульфид	0.6	0.0316	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.08	0.08	40/40	0.001
3.6.	Бак красного масла (труба)	5.7	34.56	Аэр.нал.	8.72	0.009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.003	0.003	300/300	0.0145
				Метил-меркапт.	0.43	0.0229	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00170
				Диокси-сульфид	0.69	0.0387	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00115

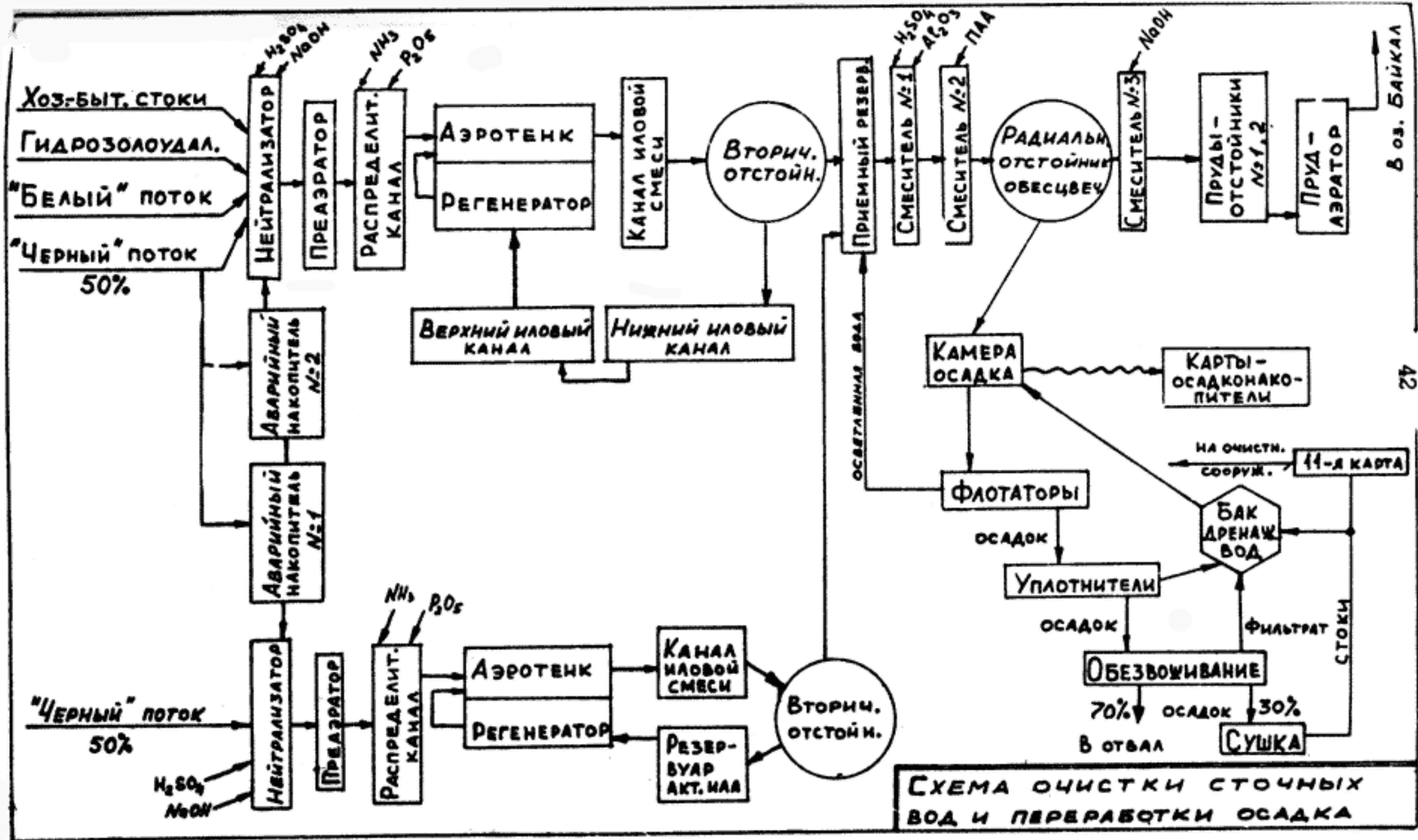
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
3.7	Бак кричного белого цемента (труба)	5.2.	35,56	Авр.цел. Метил- меркапт.	6,82 0,34	0,364 0,018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,28 0,05	0,28 0,05	130/130 36/36	0,0113 0,00066
3.8	Бак гидро- лизата	5.4	34,56	Авр.цел. Метил- меркапт. Диметил- сульфид	2,592 0,173 0,26	0,138 0,0091 0,0139	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- 0,38 0,2	- 0,38 0,2	- 2,4/2,4 7/7	0,00432 0,0003 0,0004
3.9	Бак приема пеллет из ЦКРМ	5.2	34,56	Авр.цел. Метил- мерк. Диметил- сульфид	6,56 0,345 0,605	0,349 0,0179 0,035	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- - -	- - -	- - -	0,0116 0,0006 0,001
3.10	Бак полу- упаренного белого цемента		34,56	Авр.цел. Метил- меркапт. Диметил- сульфид	12,79 0,69 0,777	0,632 0,0387 0,0421	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- - -	- - -	- - -	0,0213 0,0011 0,0013
3.11	Бак полу- упаренного черного цемента		7500	Авр.цел. Метил- меркапт. Диметил- сульфид	0,26 0,17 0,07	0,0138 0,0088 0,0036	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,011 0,017 0,0008	0,011 0,017 0,0008	125/125 52/52 450/450	0,00043 0,0003 0,0001
3.12	Сунктель табачного мюла	5.8	5800	Серово- дород Метил- меркапт. Диметил- сульфид	0,37 0,27	0,0154 0,0112	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- -	- -	- -	0,0006 0,00045
3.13	Баки сыро- го мюла	5.9	10630	Серово- дород Метил- меркапт Диметил- сульфид	2,29 5,4 1,2	0,095 0,225 0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,03 - 0,04	0,02 - 0,04	163/245 - 125/125	0,0038 0,009 0,002
4.	ЦКРМ	7																	
4.1.	Известь-	7.1	187880	Пыль	733,97	60,58	6	0,5	0,15	-	-	343/80	-	-	-	5,09	6,12	1190/960	1,223

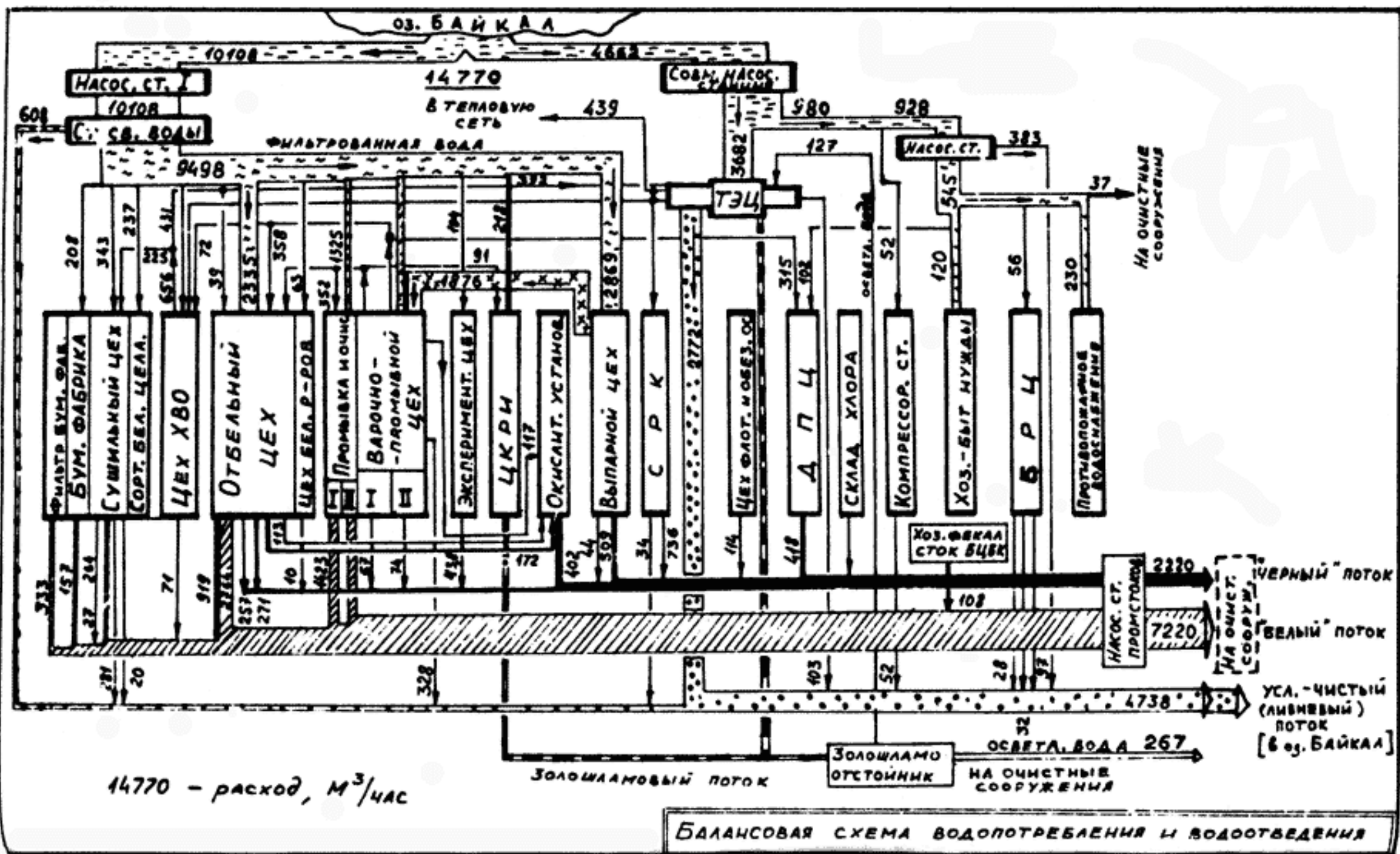
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
				Сернист. ангидрид	609,98	32,974	-	-	-	0,3	0,015	-	-	-	-	22,02	26,45	I50/I55	I,016
				Сероводор	378,69	19,778	2	0,085	0,004	0,04	00,02	-	-	-	-	9,33	11,21	212/176	0,63
				Оксид. азот.	180	9,49	2	0,085	0,04	0,04	0,02	-	-	-	-	7,5	8,41	I27/113	0,30
				Оксид углер.	428	23,05	4	0,15	0,05	-	-	-	-	-	-	17,8	21,44	I30/108	0,714
4.2.	Гаскстали	7.2.	30750	Пыль	9,072	0,478	-	-	-	-	-	344/77	-	-	-	0,38	0,38	I26/126	0,015
				Аер. пелючки	1,81	0,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,07	0,07	III/III	0,003
4.3.	Кауотизат	7.3	65550	Аер. пелючки	29,46	1,582	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,23	1,23	I29/129	0,05
4.4.	Дорри	7.5	50000	Аер. пелючки	21,3	1,127	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,86	0,86	I31/131	0,0355
4.5.	Докауотизатори	7.4	11800	Аер. пелючки	18,4	0,966	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,767	0,767	I26/126	0,0306
4.6.	Бункер хране- ния шлама	7.6	48000	То же	1,55	0,083	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,06	0,038	I37/217	0,0026
4.7.	Вакуум- фильтр	7.8	45000	То же	0,52	0,028	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	0,012	I28/233	0,0009
4.8.	Вент.мбр.		130500	Пыль	210,1	10,754	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,7	6,59	I24/163	0,35
				Аер. пелючки	37,3	1,954	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,5	1,025	I30/191	0,062
5.	Сушильный цех	3																	
5.1.	Двигоразка	3.1	259,2	Пыль	13,9	0,579	6	-	-	-	-	115/62	-	-	-	0,58	0,44	I00/132	0,023
	Вент.мброси пала		1008300	Пыль	16,3	0,679	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,68	0,5	I00/136	0,027
ОБЪЕКТЫ ЭНЕРГЕТИКИ																			
6.	ТЭЦ	6																	
6.1.	Одородяне- расходные котлы	6.1	14380000	Сероводор	1620	87,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,21	6,57	I065/133	2,7
				Пыль	13750	713	10	0,5	0,15	-	-	120/38	-	-	-	152,8	152,1	467/469	22,917
				Серн. ангидр.	593,1	30,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,92	30,8	388/100	0,988
				ММ	150,16	7,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,25

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
6.2.	Энергетические котлы	6.4.	22800000	Оксиды азота Оксид углерода	150,8 1028	8,19 56,8	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	8,37 27,09	3,35 51,81	98/245 210/110	0,250 1,714
				Пыль	25933	1381	10	-	-	-	-	-	-	-	-	3414	1251	42/110	43,22
				Сер. ангид.	27809	1459	-	-	-	-	-	-	-	-	-	792	425	184/343	46,34
				Оксиды аз.	3462	188	-	-	-	-	-	-	-	-	-	227	115,5	83/162	5,769
				Оксиды угля	3211	168,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.3.	Кормозуточные котлы	6.3	11510000	Пыль	1200	65	10	-	-	-	-	-	-	-	-	7,13	5,06	912/1265	2
				Сер. ангид.	886	46,92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	121,7	67,43	39/70	1,477
				Оксид азота	324	17,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,55	2,85	162/598	0,541
				Оксиды угля	1446	76,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41,22	66	185/115	2,41
6.4.	Балки-реставрированные плиты СРК	6.2.	376700	Пыль	14,6	0,808	-	-	-	-	-	-	-	-	-	83,1	65,8	1/1	0,0243
				Сероводород	43,03	2,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,3	1,05	160/199	0,0717
				ММ	7,8	0,405	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.	Слюда сульфата (дук. фильтр)	9	117000	Пыль	38,97	2,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,98	0,98	206/206	0,065
8.	Р М Ц	11	56000	Пыль	16,76	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,405	140/173	0,0028
9.	Заточ.участ.		67651	Пыль	12,1	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,335	0,300	149/138	0,0201
10.	Свароч.пости		135700	Оксиды аз.	4,4	0,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,18	0,081	100/222	0,0073
				Оксиды угля	6,22	0,259	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,26	0,122	100/213	0,0103
11.	Пресс лит. плавильное		30500	Оксиды угля	1,8	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,07	0,04	139/250	0,003
12.	Электроудельная печь		6300	Пыль	4,41	0,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,18	0,1	100/180	0,007
				Оксиды аз.	0,245	0,014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,014	0,008	100/175	0,0006

				6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
14.	Печи СВС	4.1	4900000	Пыль	230,4	12,4	-	-	-	-	125/16	-	-	-	35,7	28,6	35/43	0,384	
	ЦПУ	4		Хлорогид	55,04	2,94	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	25,7	4,7/11	0,0917	
				Метал- шарк	0,605	0,033	-	-	-	-	-	-	-	-	0,11	0,08	30/41	0,001	
				Окись вугля	17,02	0,91	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,17	455/535	0,028	
				Окись угля	80,96	4,27	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	12,5	712/34	0,135	
НЕОРГАНИЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ ВЫБРОСОВ																			
15.	ТЭЦ																		
15.1	Склад угля (поверхн.)		33700	Пыль	283,8	12,03	-	-	-	-	-	-	-	-	8,97	8,97	134/134	0,48	
				Окись угля	3,4	0,14	-	-	-	-	-	-	-	-	0,11	0,11	127/127	0,0056	
16.	ЦПУ																		
16.1	Склад извест- няка (поверхн.)	33	33700	Пыль	149,5	6,22	-	-	-	-	-	-	-	-	0,31	0,31	2000/2000	0,25	
17.	База выстироч- ки (поверхность)	060	улования																
17.1	Склад # 2		33700	Пыль	0,173	0,007	-	-	-	-	-	-	-	-	0,007	0,007	100/100	0,0007	
17.2	Поднявец # 1		33700	Пыль	0,69	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	0,03	0,03	100/100	0,0011	
17.3	Поднявец # 2		33700	Пыль	0,052	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	0,002	0,002	100/100	0,0001	
17.4	Поднявец # II		33700	Пыль	1,555	0,600	-	-	-	-	-	-	-	-	0,06	0,06	100/100	0,0025	
18.	Лестн. соор. I			Серво- дор.	5,27	0,22	-	-	-	-	-	-	-	-	1,73	1,73	13/13	0,0088	
19.	Сооружения биологич. очистки	10.1	179000	Метал- шарк.	9,504	0,396	-	-	-	-	-	-	-	-	0,58	0,586	68	0,016	
				Синцила	0,173	0,007	-	-	-	-	-	-	-	-	0,15	0,15	5/5	0,0003	
				Сурь. ангид.	19,90	0,83	-	-	-	-	-	-	-	-	0,68	0,68	122/122	0,033	
20.	Сооружения биологич. очистки	10.2	977000	Серво- дор.	3,542	0,15	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	150/150	0,006	
				Метал- шарк	2,765	0,12	-	-	-	-	-	-	-	-	0,12	0,12	100/100	0,0046	
				Диокси- д.	3,542	0,15	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	150/150	0,0059	
				Синцила	23,756	0,99	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04	0,04	2475/2475	0,0396	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21.	Орточонин хэм, очирогин	10.3	3300000	Серовод	2,678	0,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,82	0,82	13/13	0,0045
				Метил- мерк	2,333	0,097	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,82	0,82	12/12	0,0039
				Диветил- сул.	1,296	0,054	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	0,05	108/108	0,0022
22.	Карты- осад.	14	10000000	Сероводор.	4,233	0,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,007
				Метил- мерк	6,383	0,266	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,011
				Диветил- сул.	4,4	0,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0073





№/п/п	Источник сточных вод и его характеристика (пруд-аэрактор, стивер, контур охлаждения и пр.)	Номер координаты на плане	Мощность источника, м ³ /сут	Концентрация веществ (каждого в отдельности) в очищенных сточных водах			Сведения об установлении ПДК (по веществам)			Сведения о соблюдении ПДК (количество измерений, % нарушений за год, предшествующий составлению паспорта)	Сведения об удельном выбросе (кг/т целлюлозы, среднее за год)	Сведения об общем объеме выбросов источника за сутки (кг среднее за год в сутки)
				Вещество	Концентрация средняя за месяц	В % установленной нормой	Санитарно-гигиенические	Рыбно-хозяйственные, мг/л				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1.	Пруд-аэрактор		268000	pH	6,4	-	-	-	Превышений нет	-	-	
				БПК ₅	1,7	44	-	2	" "	0,6	396кг/сут	
				УПК	38,6	51,5	-	30	" "	16,6	9020	
				взвешен.	3,3	55	-	5	0,05	1,3	836	
				окисляемость	15,1	-	-	-	Превышений нет	-	-	
				минеральные	563,6	92	-	-	3%	206,3	124520	
				цветность	28	37	-	-	Превышений нет	-	-	
				кислород	7,8	-	-	не 6	Превышений нет	-	-	

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
			-	Фенолы	0,011	73	-	0,001	0,01	0,004	2,64
			-	сернистые	0,15	60	-	0,0502	0,02	0,058	35,2
			-	хлориды	101	101	-	10	40	37	22440*
			-	сульфаты	249	83	-	30	0,2	90,2	55880*
2.	Коллектор		зима 89500	pH	7,8	-	-	-	-	-	-
	нормативных		зима	цветность	10,3	-	-	-	-	-	-
	чистых		124100	взвешен.	1,1	-	-	-	-	-	-
	вод			ок-ть	2,2	-	-	-	-	-	-
	без			БПК ₅	1,0	-	-	-	-	-	-
	очистки			раствор	0 ₂ 9,3	-	-	-	-	-	-
	сточных										
	вод										

* тоннаж хлоридов и сульфатов учтен по строке минеральные вещества

9. ХАРАКТЕРИСТИКА ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ

№ п/п	Перечень отходов и источники их поступления	Кол-во т/год	т/т цел.	Кол-во отходов складываемых (т/год)	Химический состав	Сведения о местах хранения	Сведения о возможности образования экологически-опасных веществ	Сведения о путях утилизации
I	2	3	4	5	6	7	8	9
I.	Кора - окорка древесины	79200	0,355	7920		Промсвалка с экранированным дном	Сведениями не располагаем	Сжигание в печах КС
2.	Зола - сжигание угля, коры	II5000	0,5I56	II5000	SiO_2 -46,2; Al_2O_3 -38,1; K_2O -0,74; Fe_2O_3 -7,1; Na_2O 0,34; FeO -1,5; H_2O -0,42; TiO_2 0,52; S^{2-} -0,04; CaO -8,3; SO_4^{2-} общ.-0,89; Mg -0,51; SO_4 -0,57; Прочие - 1,4.	Карты ЭПО с экранированным дном	Не разлагается Подлежит рекультивации	Использование в цементной промышленности

I	2	3	4	5	6	7	8	9
3.	Шлам-лигнин - после химически сточных вод	I9225	0,086	2600	SiO ₂ -0,72. Проч.- 82,0. Al ₂ O ₃ -13,2; H ₂ O-1,06; Fe ₂ O ₃ - 0,34; TiO ₂ -0,06; SO ₄ -общ. -4,4; CaO-0,72; SO ₄ ²⁻ - 10,2; S -1,36; K ₂ O - 0,2; Na ₂ - 0,13.	Карты нако- пители	Сведения- ми не распола- гаем	Используй- вание при бу- рении сква- жин в гео- логии
4.	Шлам-известковый - отходы производ- ства "белых" ще- локов	7200	0,031	7200	SiO ₂ -9,7; K ₂ O-9,1; Al ₂ O ₃ -5,8; Na ₂ O- 2,6; Fe ₂ O ₃ -7,6; Проч.-13,3; FeO- 6,3; SO ₄ общ. -8,5; TiO ₂ - - CaO- - 9,4; MgO -7,2.	Карты ЭШО с экрани- рованным дном	Не разлагается Подле- жит реку- льтивации	Используй- вание в це- ментной промышлен- ности
		I59625						

**10. ХАРАКТЕРИСТИКА ТОПЛИВА ПО ПРОИЗВОДСТВАМ И В ЦЕЛОМ
ПО ПРЕДПРИЯТИЮ**

№ п/п	Наименование производства	Номер координат на плане	Уголь		Мазут		Газ		Выход тепловой энергии, ккал/кг	Содержа- ние при- меси?	Приме- чание
			марка	т/год	марка	т/год	марка	т/год			
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	ТЭЦ		Бр.3 Азей- ской	523947					3633		
			Черем- хов- ской	97108					3668		
					М-100	48393			9605		
					М-40						
					М-100	3654			9605		
					М-40						
	ЦПО				М-100	20277					
	ЦКРИ				М-40				9605		

ВЛИЯНИЕ ПРОИЗВОДСТВ СУЛЬФАТНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

М.А.Грачев, Т.К.Попова

Лимнологический институт Сибирского отделения
Академии наук СССР, г.Иркутск

I. Введение

Сульфатный способ является к настоящему времени главным в производстве целлюлозы во всех странах мира. Он пришел на смену сульфитному способу и благодаря большей экономичности, и потому, что он оказывает меньшую нагрузку на окружающую среду. Синоним сульфатного способа - крафт-процесс.

Процесс состоит из следующих этапов (см.схему, рис.1)

- Удаление коры. Чаще всего используется "мокрый" способ. Кору сжигают в специальных печах с добавкой мазута.

- Получение щелы.

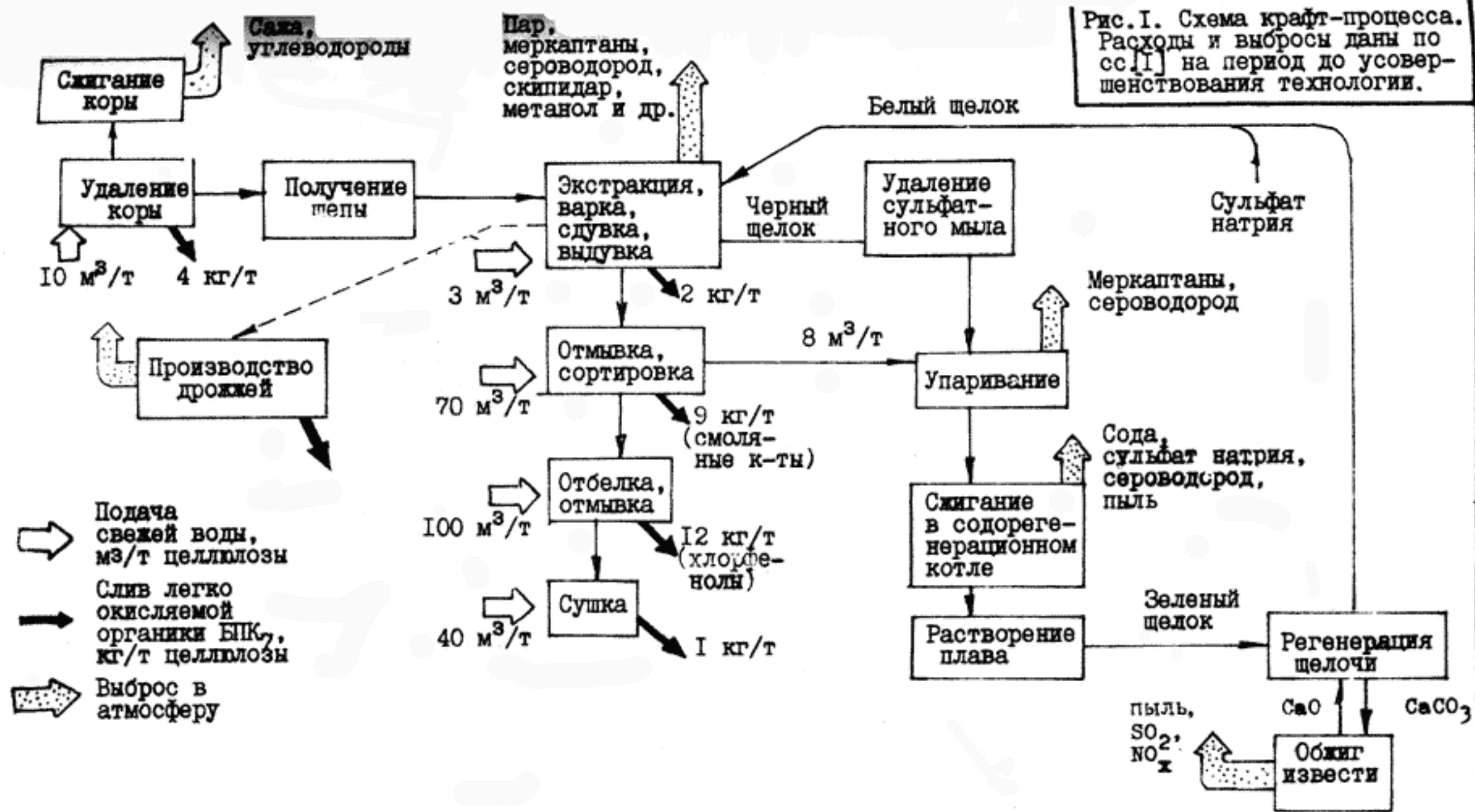
- Варка в автоклаве в растворе, содержащем едкий натр, сульфид натрия, сульфат натрия в течение 3-5 часов при $160-175^{\circ}$. Типичный сульфатный щелок имеет состав:

$\text{NaOH} - 45\%$, $\text{Na}_2\text{S} - 22\%$, $\text{Na}_2\text{CO}_3 - 25\%$, $\text{Na}_2\text{SO}_4 - 7\%$ [1,3]

Во время варки постоянно осуществляется "сдувка" -

- выпуск из автоклава летучих веществ, таких, как метанол, спирт, скипидар, ацетон, меркаптаны. При варке происходит растворение лигнина, углеводов, низкомолекулярных полисахаридов, омыление жиров, растворение смоляных и жирных кислот, а также измельчение целлюлозы.

- Выдувка - передавливание реакционной смеси из автоклава в "выдувной резервуар" с соответствующим понижением давления и удалением большей части летучих веществ. Парогазовые смеси сдувки и выдувки направляются в конденсаторы. Сжиженные конденсаты разделяют в декантаторах на водную и органическую фазу (сульфатный скипидар). При сдувке и выдувке в атмосферу поступают большие количества дурнопахнущих веществ.



- Отделение целлюлозы от "черного щелока". Черный щелок, содержащий лигнины, сульфатное мыло и другие растворимые вещества, направляется на переработку и регенерацию.

- Отмывка и сортировка. На этой стадии расходуется очень большое количество воды (см. ниже), необходимое для "распускания" целлюлозной лепешки, удаления крупных частиц неразрушенной древесины, построенных включений, остатков черного щелока, мелких взвесей, растворимых солей. В промывные воды поступают, в частности, смоляные и жирные кислоты.

- Отбелка. Отбелка производится для удаления остатков лигнина (если их не удалить, бумага при хранении становится хрупкой и рассыпается, особенно при освещении). При отбелке происходит один или несколько циклов обработки хлором и окисью хлора, защелачивания, отмывки и сортировки. Здесь также расходуются огромные количества воды и образуются хлорорганические вещества - хронические токсиканты для водных организмов. В воздух может поступать периодически в небольших количествах хлор.

- Сушка.

- Регенерация варочного щелока. На этой стадии производится упаривание черного щелока и его сжигание в содорегенерационных котлах. Сжигание органической части позволяет, во-первых, избавиться от лигнина и другой трудно уничтожаемой в природной среде органики, во-вторых, получить значительную экономию энергии и, в-третьих, регенерировать реагенты для варки. Для восполнения неизбежных потерь натрия добавляют Na_2CO_3 , который в процессе сжигания щелока восстанавливается углеродом до Na_2S . Плав неорганической части растворяют в воде и получают "зеленый щелок". К нему добавляют гашеную известь, что приводит к регенерации щелочи, и таким образом получают "белый щелок". Образующийся карбонат кальция обжигают в специальных печах и превращают в гашеную известь. Белый щелок направляют в цикл на варку. На стадии регенерации щелока выделяются дурнопахнущие газы - меркаптаны и сероводород, а также происходит выброс твердых веществ в атмосферу. Важным дополнением на ряде

производство является выпуск кормовых дрожжей. До варки щелу экстрагируют горячей водой. В экстракт добавляют биогенные элементы (азот и фосфор), и в ферментерах на этой среде выращивают дрожжи, которые извлекают из экстракта легко усваиваемую органику (сахара). Это не только выгодно экономически, но и дает технологические преимущества, позволяя избежать образования подгоравшей "карамели" в трубах выпарных аппаратов.

На рис. I обозначены типичные расходы воды, а также выбросы легко усваиваемой органики в единицах БПК на главных стадиях процесса по данным работы [I]. Величина БПК — биологическая потребность в кислороде — определяется по понижению содержания кислорода в сточной воде после ее выдерживания в определенных условиях в течение определенного времени (в данном случае — 7 суток; в СССР чаще используется величина БПК₅) благодаря его потреблению присутствующими в образце микроорганизмами. БПК рассматривается как интегральная мера того ущерба, который наносят сточные воды водоемам — легко усваиваемая органика вызывает развитие микроорганизмов, которые потребляют кислород и тем самым подавляют жизнедеятельность других гидробионтов. Из схемы видно, что главными источниками легко усваиваемой органики являются стадии сортировки и отмычки, отбелки; для них же характерен огромный расход воды. В воздушную среду загрязнители поступают в основном со стадии варки и упаривания, из содорегенерационных котлов, из печи обжига известки, из печи сжигания коры. На схеме не показаны еще два мощных источника загрязнения атмосферы — это установки сжигания шлам-лигнина (последний поступает с очистных сооружений), а также котельные ТЭЦ.

В работе [I] как одинаково важные рассматриваются следующие вредные воздействия целлюлозно-бумажной промышленности на окружающую среду:

- загрязнение воздуха;
- загрязнение воды;
- шум;
- порча ландшафта.

В СССР при принятии решений о размещении предприятий целлюлозно-бумажной промышленности до сих пор руководствовались только критериями опасности для здоровья человека и ущерба рыбному хозяйству. Видимо, необходимо учитывать и гуманитарные факторы и не размещать предприятия целлюлозно-бумажной промышленности на территориях, имеющих особую историческую, рекреационную или эстетическую ценность. Поскольку заводы сульфатной целлюлозы сильно загрязняют воздух дурнопахнущими (хотя и не очень вредными по сравнению с аэропромвыбросами других производств) веществами и наносят существенный ущерб ландшафтам (выделение больших количеств пара и дыма; использование значительных территорий под очистные сооружения, имеющие неприглядный вид; засорение водоемов взвешьями), во многих странах их размещают в мало населенных и, главное, не имеющих особой гуманитарной ценности местностях.

В настоящем обзоре мы не будем обсуждать гуманитарные аспекты, хотя довольно очевидно, что именно с ними в немалой степени связаны протесты общественности против целлюлозной промышленности. ниже речь пойдет о проблемах загрязнения воздуха и водоемов, а также о том ущербе, который целлюлозная промышленность наносит экосистемам.

До 60-х годов в целлюлозной промышленности не принимали мер для защиты окружающей среды. Однако, рост производства целлюлозы привел к тому, что с ущербом окружающей среде стало невозможно не считаться. Ни одна другая отрасль промышленности не расходует так много воды на тонну (или на единицу стоимости) конечной продукции. Поэтому не удивительно, что было принято достаточно жесткое законодательство, которое предотвратило рост загрязнений, несмотря на постоянное увеличение производства целлюлозы (рис.2). Снижения выбросов удалось достигнуть путем интенсивных инженерных разработок и крупных капиталовложений в двух главных направлениях: во-первых, это строительство и усовершенствование очистных сооружений; во-вторых, усовершенствование технологии производства. Работы сопровождались интенсивными научными исследованиями, особенностями изучения токсичности сточных вод для гидробионтов, идентификацией приоритетных токсикантов, разработкой методов их анализа для обеспечения контроля функционирования очистных

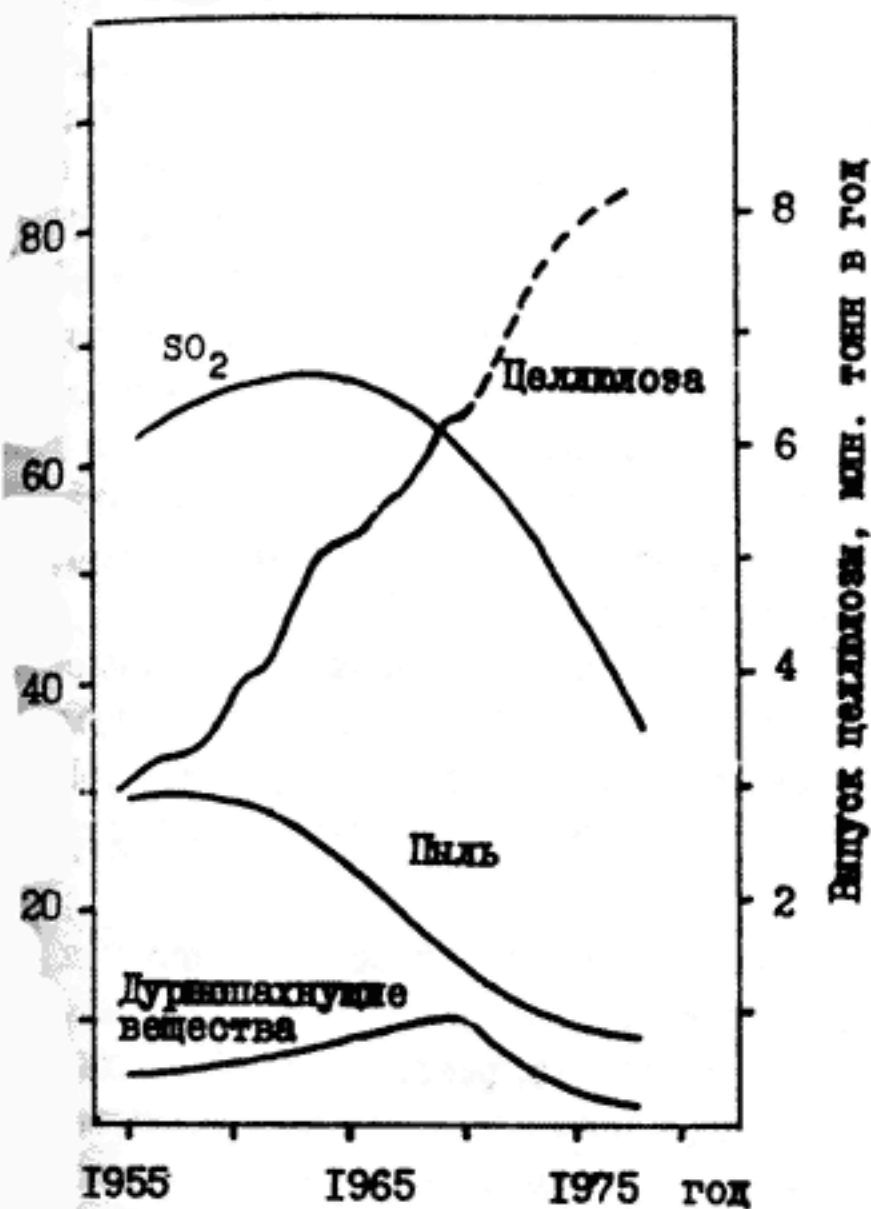


Рис.2. Выброс SO_2 , пыли и дурнопахнущих веществ (в расчете на S) целлюлозно-бумажной промышленности Швеции (без эмиссии энергетических установок на нефти) [1].

сооружений.

Воздействию целлюлозно-бумажной промышленности на окружающую среду посвящены сотни зарубежных и отечественных публикаций, в том числе монографии и обзоры. Из отечественных следует упомянуть книгу Я.М.Грушко и О.М.Кожовой "Сточные воды сульфат-целлюлозных предприятий и охрана водоемов от загрязнения" [2], изданную в 1978 г., и книгу М.Ситтига "Защита среды в целлюлозно-бумажной промышленности", изданную в СССР в 1981 г. [3], перевод американского издания 1977 г. Обе книги, естественно, в значительной степени устарели, к тому же перевод книги Ситтига выполнен совершенно неудовлетворительно. В этой книге рассматривается в основном патентная литература по технологии очистки промывбросов от вредных веществ, а не проблемы экологической токсикологии. Последним посвящены очень хорошие и полные обзоры "Влияние целлюлозно-бумажной промышленности на водную среду" 1978 года [4] и "Токсичность сточных вод целлюлозно-бумажной промышленности и соответствующие методики измерений" 1976 г. [5], суммирующие данные всех главных экотоксикологических работ на 1976-1978 гг., а также глава "Процессы производства целлюлозы" в книге издания 1986 г. [6].

До середины семидесятых годов основное внимание при оценке экологических последствий сброса сточных вод целлюлозно-бумажной промышленности уделялось эффектам острой токсичности для гидробионтов. В последнее время все большее внимание привлекают хронические эффекты и воздействия таких токсиантов, которые аккумулируются в организмах, длительное время сохраняются в природной среде и переносятся на большие расстояния. В настоящем обзоре делается попытка дать анализ вредных воздействий целлюлозно-бумажной промышленности на воздушную и водную среду на основе как старых, так и новых экспериментальных данных. Коротко рассмотрены также следующие вопросы: способы очистки промывбросов от вредных веществ; технологические приемы, позволяющие уменьшить расход воды и образование вредных промстоков и аэробросов; установленные законодательством некоторых стран нормы выброса загрязняющих веществ в воду и воздух.

2. Загрязнение воздуха

В таблице I дан перечень летучих вредных веществ, выбрасываемых в воздух предприятиями ЦБП, и соответствующие предельно-допустимые концентрации по [7]. Эти вещества можно разделить на две группы, а именно, те, которые возникают на многих производствах при сжигании топлива (SO_2 , CO, NO_x), и те, которые специфичны именно для производства беленой сульфатной целлюлозы (H_2S , метилсернистые соединения, хлор).

Влияние двуокиси серы и окислов азота на окружающую среду является предметом широких исследований во всем мире — это так называемая проблема "кислотных дождей". Попадая в почвы и водоемы, содержащие мало карбонатов, кислотные осадки мобилизуют алюминий, остро токсичный для гидробионтов при концентрациях порядка единиц или десятков миллиграммов в литре; мобилизация алюминия происходит при pH 4,5 — в менее кислых природных средах ионы алюминия нерастворимы [8,9]. Судя по натурным наблюдениям и данным корреляционного анализа, кислотные дожди могут оказывать неблагоприятное воздействие на леса и менять их структуру, т.к. разные виды деревьев имеют к ним резко разную чувствительность; временный обзор по проблеме дан в работе 1986 г. "Влияние кислотных осадков на сельскохозяйственные растения и леса" [10]. В этой работе указывается в частности, что эффекты, приписываемые кислотности и окислам серы, могут в действительности быть следствием действия озона, который образуется в атмосфере путем фотохимических реакций с участием окислов азота и углеводородов.

Таблица I. Летучие вредные вещества, поступающие в воздух от ЦБП [3, 7].

№ п/п	Наименование	Химическая формула	ПДК, мг/м ³			Главный источник на заводах сульфатной целлюлозы
			рабочая зона	максималь- но разовые	среднесу- точная	
1.	Двуокись серы	SO ₂	10	0,5	0,05	ТЭЦ, содорегенерационные котлы, печи регенерации извести, сжигания коры и шлам-лигнина
2.	Окись углерода	CO	20	5	3	" "
3.	Оксиды азота	NO	30	0,6	0,06	" "
		NO ₂	2	0,085	0,04	" "
		(NO ₂) ₂	1,8	-	-	" "
4.	Хлор	Cl ₂	1	0,1	0,03	Отбельные цеха
5.	Двуокись хлора	ClO ₂	0,1	-	-	" "
6.	Сероводород	H ₂ S	10	0,008	0,008	Содорегенерационные котлы, варка, установки упаривания
7.	Метилмеркаптан	CH ₃ SH	0,8	9·10 ⁻⁶	-	Варка (выдувка)
8.	Диметилсульфид	CH ₃ SCH ₃	-	0,08	-	" "
9.	Диметилдисульфид	CH ₃ SSCH ₃	-	0,7	-	" "

Хорошим индикатором загрязнения атмосферы окислами серы являются лишайники. Некоторые из них весьма чувствительны к SO_2 , другие – более стойки. Исследуя видовой состав лишайников вокруг источника аэропромвыбросов, можно определить зону его воздействия. Краткий обзор по этой теме можно найти в работе [11].

По данным экспертов Всемирной организации здравоохранения [12], "...прямое влияние кислотных осадков на здоровье людей пока не установлено, хотя требует дальнейшего экспериментального исследования; не удалось обнаружить вредного влияния на здоровье людей при выпадении кислых осадков и вследствие мобилизации металлов, хотя мобилизация несомненно имеет место и должна приниматься во внимание".

Выделение окислов серы и азота, окиси углерода на предприятиях ЦБП происходит в больших масштабах и наносит ущерб окружающей среде. Однако, мы не будем здесь далее рассматривать действие этих газов, поскольку они не являются специфичными продуктами именно целлюлозной промышленности. Вопрос очень подробно рассмотрен в книге Ю.А.Израэля "Экология и контроль состояния природной среды", М., Гидрометиздат, 1984.

Эмиссия хлора и двуокиси хлора из отбельных цехов также не представляет большой проблемы, если речь идет о "штатных" ситуациях. По данным монографии [3], с. 249–250, эмиссия Cl_2 составляет около 0,5 кг, а ClO_2 – 0,2 кг на тонну целлюлозы и создает проблемы только на территории предприятия (коррозия). Вместе с тем, хлор используется на заводах белевой целлюлозы в больших количествах. Он поступает на предприятия в железнодорожных цистернах. Поэтому должны приниматься строгие меры безопасности для исключения аварий – при разливе цистерны фауна и флора могут пострадать на площади порядка десятков квадратных километров.

Особую проблему сульфатного процесса создают дурнопахнущие вещества – сероводород и метилсернистые соединения CH_3SH , CH_3SCH_3 , CH_3SSCH_3 . Эти вещества обнаруживаются по запаху в исключительно малых концентрациях и при несовершенной очистке газовых выбросов вызывают дискомфортное состояние у людей в радиусе 50–70 км вокруг предприятия.

Сероводород не только дурно пахнет, но и ядовит. По данным официального источника [13] он при регулярном воздействии может повышать уровень смертности не связанного с производством населения. Острый эффект сероводорода проявляется в "раздражающем действии на органы чувств, снижении чувствительности рецепторов и замедлении рефлексов". Допустимые величины эмиссии (т.е. концентрации сероводорода в аэропробыбросах) составляют: в Австрии - 5 мг/м^3 ; в Англии - около 8 мг/м^3 (5 ppm); в Швеции для выхлопных газов содорегенерационных котлов - 10 мг/м^3 .

Основным источником поступления сероводорода в атмосферу являются содорегенерационные котлы и установки упаривания [3]. Меньшие количества выделяются при варке (сдувке и выдувке). Количество выделяющегося H_2S сильно зависят от условий эксплуатации установок. Например, по данным работы [1] при температуре плава 725° концентрация сероводорода в отходящих газах содорегенерационных котлов равна 5000 ppm, а при $825\text{--}850^\circ$ - 500 ppm. В содорегенерационном котле формируется две зоны горения. В первую зону воздух подается в недостатке, так, чтобы поддерживалась восстановительная среда, способствующая регенерации Na_2S . Во вторую зону воздух подается в избытке, и здесь сгорает все органическое вещество, испаряющееся из первой зоны. За счет сгорания веществ, содержащих серу, происходит образования больших количеств SO_2 . Если черный щелок содержит много сульфид-ионов, то при взаимодействии с сернистой кислотой выделяется много H_2S . Поэтому разработан ряд технологий, с помощью которых черный щелок до поступления в содорегенерационный котел окисляется кислородом воздуха в различного рода скрубберах с целью превращения Na_2S в $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ [3]. Снижение сульфидности черного щелока позволяет резко уменьшить количество H_2S , выделяемого в содорегенерационном котле. Второе направление борьбы за уменьшение эмиссии сероводорода - отказ от схемы, при которой окончательное концентрирование черного щелока (после поступления с выпарных установок) происходит при прямом контакте с отходящими газами содорегенерационного котла. Третье направление - применение скрубберов для очистки отходящих газов. Скрубберы устанавливают в потоке отходящих газов содорегенерационного котла вслед за электрофильтрами. Их орошают щелочными

растворами, например, белым щелоком. В книге [3] подробно рассмотрены многие технологии и приведены формулы важнейших патентов. Эти методы позволяют снизить эмиссию H_2S из содоре- генерационных котлов в сотни и тысячи раз. Подчеркнем, что очень важно в данном случае не только внедрение соответствую- щих технологий, но и тщательное их соблюдение в условиях непре- рывной обратной связи, которая осуществима только при использо- вании совершенного автоматического оборудования для анализа от- ходящих газов и широком применении ЭВМ.

Для метилсернистых соединений порог обнаружения на не- сколько порядков ниже, чем их токсические концентрации. Смер- тельная концентрация метилмеркаптана в воздухе для крыс состав- ляет 1350 мг/м^3 [14] (по данным [7], с.267 - 770 мг/м^3). У лю- дей меркаптаны в высоких концентрациях вызывают раздражение слизистой оболочки глаз и легких, тошноту, понос, затемнение сознания, угнетение дыхания и цианоз, превращение гемоглобина в сульфгемоглобин [14]. Однако, эти явления могут встретиться только на предприятии в аварийных ситуациях, а не у населения, т.к. выбросы меркаптанов предприятиями ЦП сравнительно с их ток- сическими концентрациями невелики (см.ниже).

Нормы загрязнения воздуха метилсернистыми соединениями в СССР и других странах устанавливаются по органолептическим кри- териям. В дополнение к данным таблицы I укажем, что во Франции ПДК рабочей зоны для CH_3SH принята равной $0,5 \text{ ppm}$, или около 1 мг/м^3 [14].

Очистка аэропромвыбросов целлюлозной промышленности до значений ПДК представляет собой исключительно сложную задачу. По разным данным, выброс CH_3SH , CH_3SCH_3 , CH_3SSCH_3 на тонну сульфатной целлюлозы составляет величину порядка 1 кг/т ([2], с. 52). Эти вещества трудно улавливать, т.к. они имеют низкие температуры кипения (CH_3SH $7,6^\circ$; CH_3SCH_3 $37,5^\circ$; CH_3SSCH_3 117° ([3], с.138). Диметилсульфид и диметилдисульфид, в отличие от метилмеркаптана, не образуют в щелочной среде анионов и поэто- му не улавливаются в орошаемых щелочью скрубберах. Вместе с тем, если метилсернистые соединения не удалять из аэропромвыб- росов, они, как указывалось выше, обнаруживаются по запаху в радиусе многих десятков километров. Если принять, что на тонну целлюлозы образуется 1 кг метилсернистых соединений, то эмиссия

предприятия, выпускающего 600 т целлюлозы в день, составит около 600 кг. Для разведения этого количества меркаптанов до ПДК требуется около 10^{14} м³, или 10^5 км³ воздуха, т.е. параллелепипед со сторонами 10 x 100 x 1000 км. Несмотря на эти трудности, в ряде стран удается успешно бороться с выбросами дурнопахнущих веществ на предприятиях сульфатной целлюлозы. Это отражается в соответствующих нормах. Так, в Швеции "меры против загрязнения воздуха дурнопахнущими веществами считаются достаточными, если на расстоянии 5 км от сульфат-целлюлозного завода запах удерживается не более 30 мин в месяц" ([2], с.69).

Основным источником метилсернистых соединений является процесс варки. Наибольшая часть метилсернистых соединений образуется в конце варки, когда температура в котле приближается к 170°, одновременно с началом отщепления метоксилов от лигнина [15]. При понижении давления в котле во время выдувки - выгрузки реакционной смеси - часть метилсернистых соединений попадает в воздух, а часть - в конденсат. После отделения скипидара метилсернистые соединения могут быть удалены из водной фазы отдувкой либо воздухом, либо паром. Большие технологические трудности создаются потому, что при выдувке за короткое время выделяются огромные количества загрязненного пара - десятки тысяч кубических метров.

Радикальным решением проблемы удаления метилсернистых соединений, выделяемых при выдувке (и предшествующих сдувках) является их сжигание, как правило, в печах для обжига извести. Для этого пары после удаления большей части влаги и скипидара смешиваются с воздухом и подаются в топку. Чтобы обеспечить равномерную подачу, демпфировать пиковые выбросы, применяются мембранные, либо гидростатические газгольдеры. Определенные затруднения вызывает взрывоопасность смесей меркаптанов (и в особенности остатков скипидара) с воздухом. Для предотвращения аварий необходимо иметь надежные системы автоматики, а также устанавливать в трубопроводах пламягасители. Соответствующие решения рассмотрены в монографии [3].

Говоря о летучих веществах аэропромвыбросов производства сульфатной целлюлозы, нельзя не упомянуть еще один компонент

- это водяной пар. Выбросы водяного пара происходят на многих участках производства. Общие потери пара по данным монографии ([3], с.221) составляют 5-8 тонн на I тонну целлюлозы. Основными источниками пара являются содорегенерационные котлы и бумагоделательные машины. Клубы пара, вырывающиеся из труб предприятия и его помещений, создают крайне неприглядную картину, заставляющую думать о постоянном крупномасштабном загрязнении окружающей среды. Образующийся из пара туман затеняет большие территории, ухудшает видимость, способствует образованию устойчивого смога. Уменьшение потерь пара полезно не только как мера защиты окружающей среды (ландшафта), но и как источник экономии энергии.

Наряду с летучими веществами, в составе аэропромвыбросов целлюлозных предприятий имеется большое количество твердых взвешенных частиц. Из содорегенерационных котлов с частицами уноса вылетают сульфат и сульфид натрия, сода. Для улавливания этой пыли служат электрофильтры разных конструкций. Пыль прилипает под действием электрического поля к установленным в потоке загрязненного воздуха пластинам и время от времени стряхивается с них с помощью специального ударного устройства, создающего ускорение 20...200 g . Однако, электрофильтры часто выходят из строя и, кроме того, не обеспечивают удаления самых мелких частиц. Поэтому после электрофильтров часто устанавливают мокрые скрубберы разных конструкций. В одном из технических решений через скруббер пропускают свежую холодную воду, которую можно использовать затем уже в подогретом отходящими газами состоянии, например, для отмывки целлюлозы после отбели ([3], с. 205).

Большой интерес представляет очистка пылегазовых выбросов с помощью систем газодинамического разделения, научный задел по которым имеется в СССР [16], в частности, в Сибирском отделении АН СССР [17]. В работе [18] подобная система показала большую эффективность при очистке отходящих газов содорегенерационного котла. Схема газодинамического скруббера - как пишут авторы статьи [18], "побочного продукта аэрокосмической промышленности" - показана на рис. 3. Здесь в потоке отходящего газа установлено сопло, подающее пар, и вокруг него - форсунки для введения воды. Пар подается так, чтобы создавался

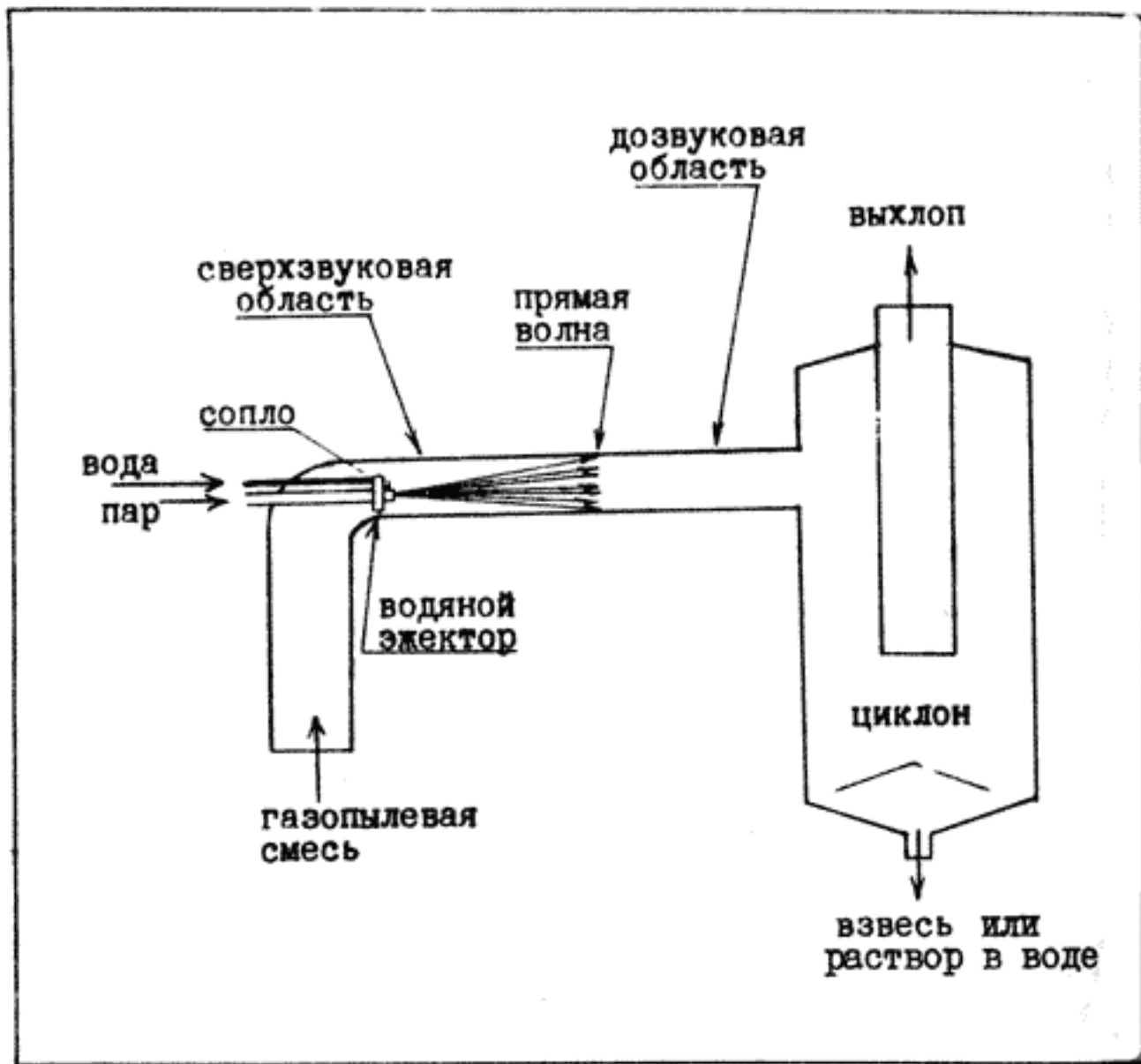


Рис. 3. Схема газодинамического гидроскруббера [18].

сверхзвуковой поток. При прохождении через участки трубы сначала происходит тонкое дробление капель жидкости с образованием огромной поверхности раздела, способствующей полному захвату частиц, а затем конденсация мелких капель в крупные. Последние выносятся далее в склон и в нем отделяются от газа, уходящего в трубу. Для повышения эффективности улавливания летучих вредных веществ в форсунки можно подавать не воду, а растворы реагентов. Судя по данным работы [18], установка показала не только высокую техническую, но и отличную экономическую эффективность.

Менее мощные источники выноса твердых частиц — это печи обжига известняка и сжигания коры. Борьба с загрязнениями здесь также осуществляется с помощью электрофильтров и скрубберов.

Наконец, еще один мощный источник выброса твердых взвесей — это котельная ТЭЦ, в особенности, если используется уголь с высокой зольностью. Однако, поскольку этот источник загрязнения не специфичен для производства сульфатной целлюлозы, он здесь не рассматривается.

Аэропромвыбросы сульфата натрия не токсичны. Создавая центры конденсации водяных паров, частицы соли способствуют формированию смога. Сульфид натрия, выпадая на кислые почвы, или реагируя с углекислотой или SO_2 , может служить дополнительным источником сероводорода. Сода защелачивает почву (зимой — снег). Согласно [7], в СССР для Na_2CO_3 приняты следующие ПДК: в рабочей зоне — 2 мг/м^3 ; максимально разовая — $0,5 \text{ мг/м}^3$; среднесуточная — $0,05 \text{ мг/м}^3$.

Целлюлозная промышленность многих стран ведет планомерную борьбу за снижение объемов аэропромвыбросов как путем установки очистных устройств, так и путем усовершенствования технологий. Особенно быстрого прогресса удалось достичь в начале 70-х годов, когда было принято жесткое законодательство. На рис. 2 показана динамика изменения размеров аэропромвыбросов целлюлозной промышленности Швеции [1]. Видно, что при продолжающемся росте выпуска целлюлозы в период между 1960 г. и 1980 г. произошло существенное снижение эмиссии SO_2 , взвешенных частиц и дурнопахнущих веществ. Пересчет на тонну целлюлозы дал значения, показанные в Таблице 2.

Таблица 2. Аэропромвыбросы целлюлозно-бумажной промышленности Швеции по данным работы [1] .

Год	Объем выпуска целлюлозы, млн. тонн	Эмиссия, кг/тону целлюлозы		
		SO ₂ (без вклада ТЭЦ)	Твердые частицы	Дурнопахнущие производные серы (в расчете на серу)
1960	3,8	17,4	7,4	1,6
1976	8	4,7	1,2	0,25

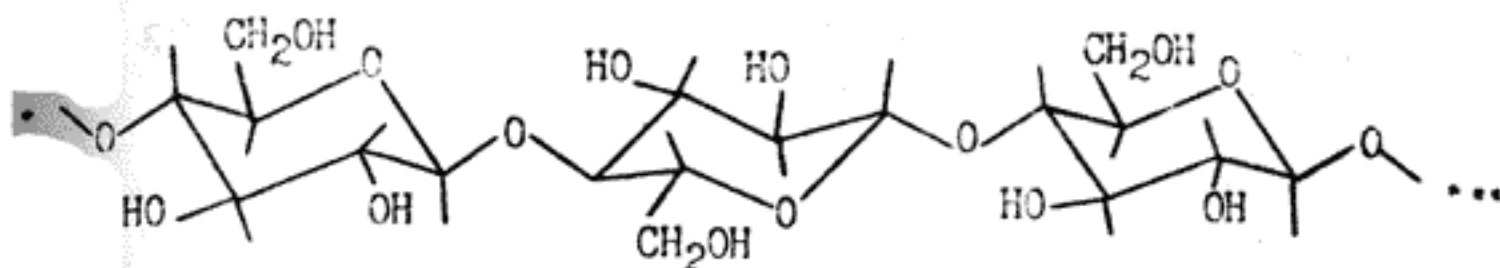
Очевидно, что эти мероприятия потребовали значительных капиталовложений.

В заключение настоящего раздела обзора остановимся еще на одном потенциальном источнике опасных загрязнений, выбрасываемых в воздух при производстве сульфатной целлюлозы. На некоторых предприятиях вслед за биологической очисткой сточных вод производится их обесцвечивание путем соосаждения примесей с гидроокисью алюминия (см. сс. [3] , стр. 83; пат. США 3.740.363 от 19.06.73). При этом присутствующий в водах лигнин выпадает в виде шлама, который сгущают отстаиванием с последующей фильтрацией или центрифугированием, а затем сжигают в специальных печах. Таким образом удается освободить значительные площади от издающих дурной запах отвалов шлам-лигнина. Однако, при производстве белой целлюлозы в шламе присутствуют хлорлигнины (наряду с другими хлор-содержащими органическими веществами). При сжигании подобных веществ в недостаточно контролируемых условиях (например, при невысокой температуре) могут образовываться и попадать в атмосферу весьма токсичные, трудно разрушаемые в природных условиях полихлорароматические соединения. Известно, что такие продукты образуются в больших количествах при сжигании бытового мусора [19] . В последние годы их мониторингу посвящается большое число работ. Вещества подобного типа опасны для экосистем, поскольку они накапливаются по ходу пищевых цепей. Насколько известно авторам настоящего обзора, на возможность их поступления в окружающую среду описанным выше путем внимания пока не обращалось.

3. Загрязнение воды.

3.1. Основные вещества древесины.

Целью производства сульфатной целлюлозы является отделение целлюлозы от других содержащихся в древесине веществ в таких условиях, при которых продукт сохраняет высокую молекулярную массу и не содержит значительного числа поврежденных мономерных звеньев. Формула целлюлозы показана ниже.



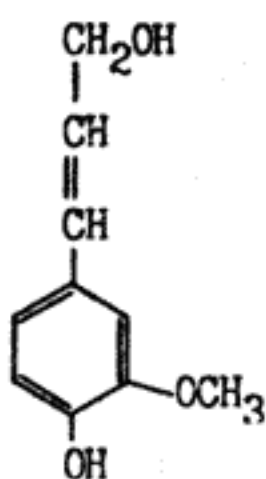
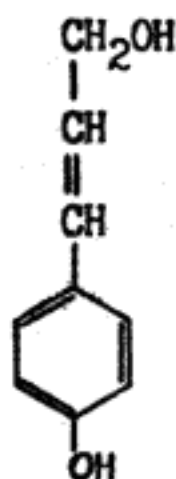
Структура целлюлозы.

Это линейный полимер глюкозы, остатки которой соединены друг с другом β -гликозидными связями. Характерно, что все заместители пиранозного цикла в целлюлозе занимают экваториальные положения. Содержание высокомолекулярной целлюлозы в древесине составляет около 40%.

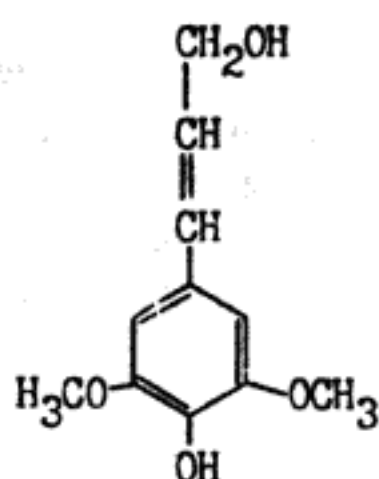
Наряду с целлюлозой в древесине содержатся гемицеллюлозы-полисахариды, построенные из разных моносахаридных остатков (не из одной только глюкозы). Их цепи в той или иной степени разветвлены, а молекулярный вес относительно невелик. Если у целлюлозы степень полимеризации составляет десятки тысяч, то у гемицеллюлоз она составляет около 200. Состав гемицеллюлоз древесины мягких (например, сосна) и твердых (например, береза) пород сильно различается. В первых в качестве главных компонентов содержится галактоглюкоманнан (15-20%), арабиноглюкуроноксилян (5-10%) и арабиногалактан (2-3%). Во вторых главными являются глюкуроноксилян (20-30%) и глюкоманнан (1%) [20].

Лигнин — еще один главный компонент древесины. Это полимер с "бесконечной" молекулярной массой, построенный из ароматических остатков. В древесине он располагается в промежутках между волокнами целлюлозы. Формально можно рассматривать его как про-

дукт окислительной полимеризации трех фенолов:



кониферилловый
спирт



синапиловый
спирт

Мономеры лигнинов.

Лигнин древесины мягких пород построен в основном из остатков кониферилового спирта. Для иллюстрации возможных типов связей между мономерными остатками кониферилового спирта в лигнине в обзоре [20] приведена схема, изображенная на рис. 4.

Помимо целлюлозы и лигнина древесина содержит значительные количества т.н. экстрактивных веществ (веществ, растворимых в органических растворителях – спирте, ацетоне, хлористом метиле). Разнообразие этих веществ очень велико – это жиры и воска, терпеноиды (они присутствуют только в мягкой древесине), фенольные вещества. Их общее содержание в древесине варьирует в пределах от 1,5 до 5% [20].

Наконец, в древесине есть вещества, типичные для всех живых организмов – белки, нуклеиновые кислоты, углеводы, минеральные соли и т.д.

3.2. Происхождение веществ сточных вод на стадии производства небеленой целлюлозы.

Варка происходит в щелочной среде. В этих условиях имеет место частичная ионизация гидроксильных групп как лигнина,

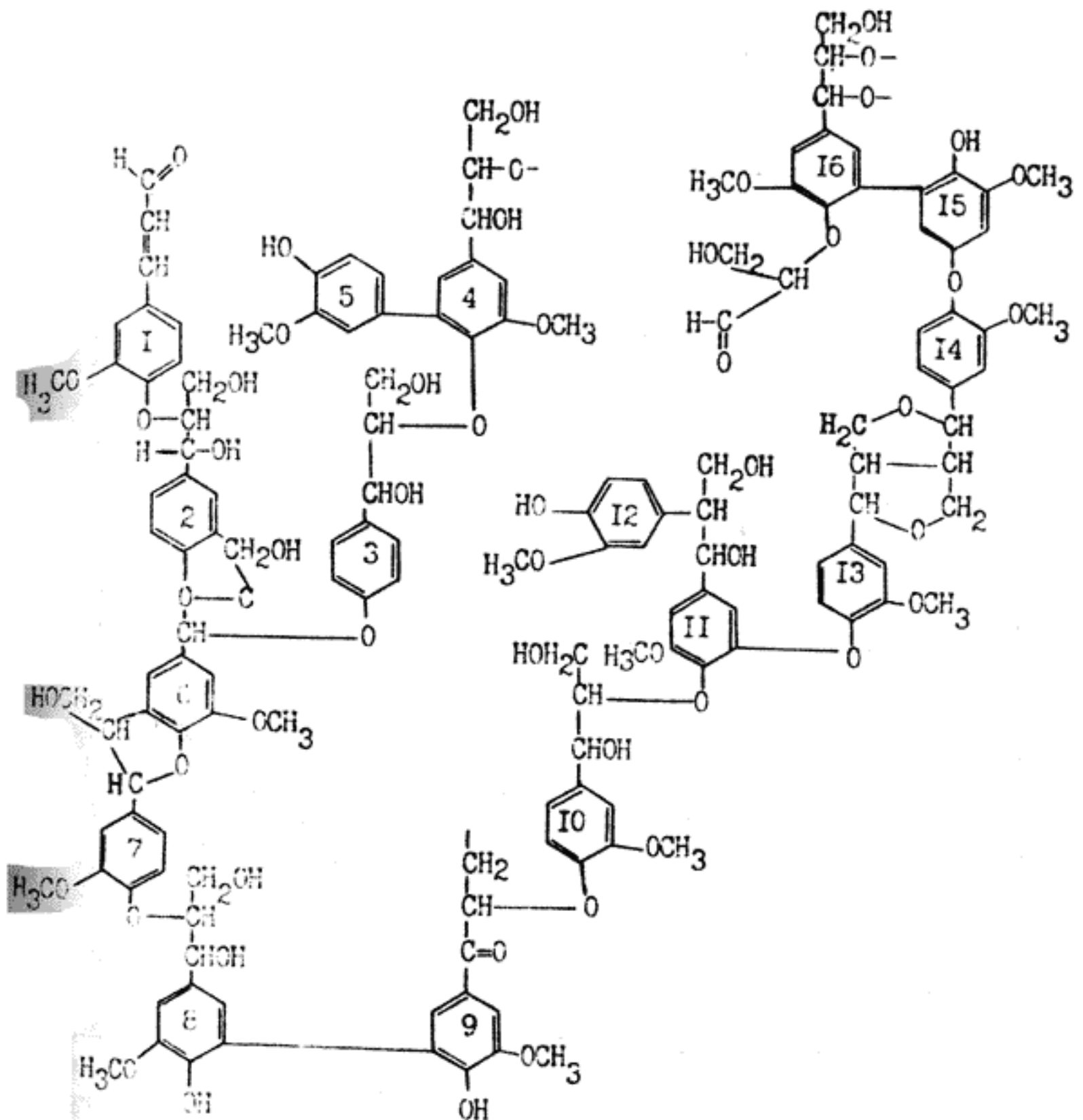
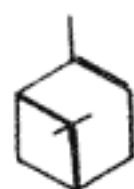


Рис. 4. Типы связей между ароматическими остатками в лигнине мягкой древесины.

так и целлюлозы, и древесина набухает, становится проницаемой для малых молекул. В результате воздействия гидроксильных ионов и сульфид-ионов лигнин деполимеризуется - разрываются его эфирные связи - и на 90-95% переходит в раствор. Одновременно переходят в раствор и гемицеллюлозы. Кроме того, происходит деградация части мономерных остатков целлюлозы. Экстрактивные вещества частично омыляются и также переходят в варочный щелок либо в виде растворов, либо в виде коллоидных взвесей. Из древесины мягких пород получается ценный побочный продукт - сульфатный скипидар. Типичными компонентами скипидара являются α -пинен, β -пинен, Δ^3 -карен:

 α -пинен β -пинен Δ^3 -карен

Смоляные и жирные кислоты образуют другой ценный побочный продукт - сульфатное мыло, из которого путем закисления получают талловое масло (около 40 кг на тонну целлюлозы [21]). В состав таллового масла входят насыщенные жирные кислоты - лауриновая $C_{11}H_{23}COOH$, миристиновая $C_{13}H_{27}COOH$, пальмитиновая $C_{15}H_{31}COOH$, стеариновая $C_{17}H_{35}COOH$, арахидоновая $C_{19}H_{39}COOH$, бегеновая $C_{21}H_{43}COOH$, лигноцериновая $C_{23}H_{47}COOH$ и др.; ненасыщенные жирные кислоты - пальмитоловая $C_{15}H_{29}COOH$, олеиновая $C_{17}H_{33}COOH$, линолевая $C_{17}H_{31}COOH$, линоленовая $C_{17}H_{29}COOH$, элеостеариновая $C_{17}H_{29}COOH$, пинолевая $C_{17}H_{29}COOH$ и др. На жирные кислоты приходится около половины веса таллового масла. Вторая половина веса представлена смоляными кислотами, структура и свойства которых приведены в таблице 3. Отметим, что эфиры смоляных кислот составляют значительную часть известного ценного продукта лесохимии - канифоли [22, 23] - и могут быть получены из нее экстракцией и хроматографией (например, получение абиетиновой кислоты - см. сс. [24], сандараконимаровой - сс. [25]). УФ - спектры двух смоляных кислот показаны на рис. 5.

В крафт-процессе, направленном на получение химической беленой целлюлозы, в щелок переходит до 55% веса веществ

Таблица 3. Структурные формулы и свойства некоторых смоляных кислот [21, 22].

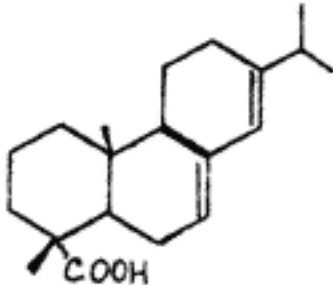
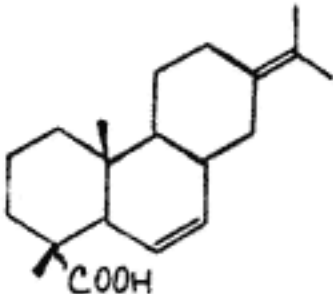
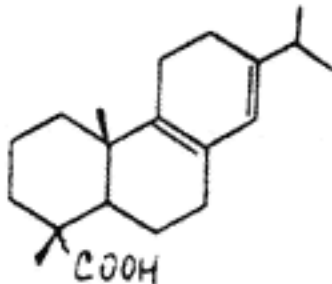
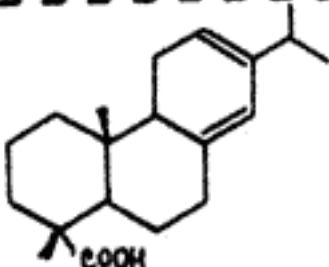
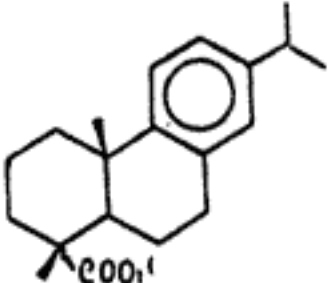
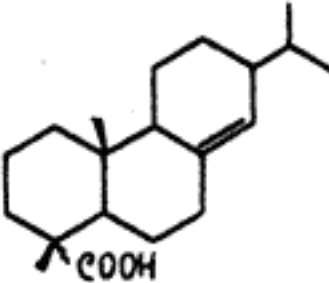
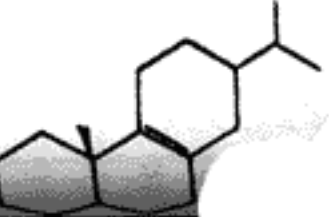
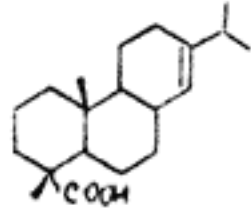
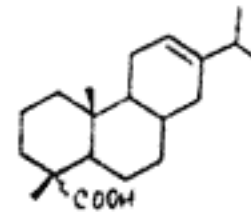
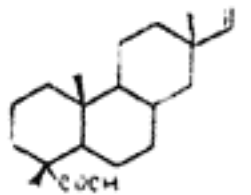
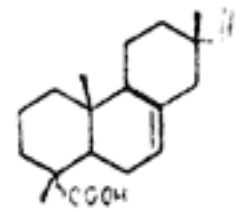
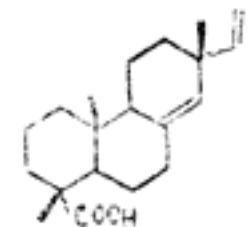
№ п/п	Название кислоты	Структурная формула	$T_{пл.}^{\circ C}$	$T_{кип.}^{\circ C}$	Положение максимума поглощения в УФ-спектре, нм	Растворимость
I	2	3	4	5	6	7
<u>Группа абиетана</u>						
I.	Абиетиновая		I73-I75	248-250	241	н.р. H_2O р. C_6H_6 , CH_3OH , аcetone 70
2.	Неоабиетиновая		I67-I69		250-251	
3.	Палюстровая		I62-I67		265-266	

Таблица 3, продолжение

I	2	3	4	5	6	7
4.	Левопимаровая		I50-I52		272-273	н.р. H_2O , р. C_6H_6 , ацетоне, скипидаре, спирте
5.	Дегидроабиети- новая		I73-I73,5 (I93-I94)	260	268 (276)	(pK _a =7,23)
6.	Дигидроабиети- новая		I43-I45			
A-						
			I77			

1	2	3	4	5	6	7
В-.....		I70				
γ-.....		I55-I57				
<u>Группа пимарана и изоимарана</u>						
7.	Пимаровая		212-219	282		
8.	Изоимаровая					
9.	Сандаракони-маровая		I61			

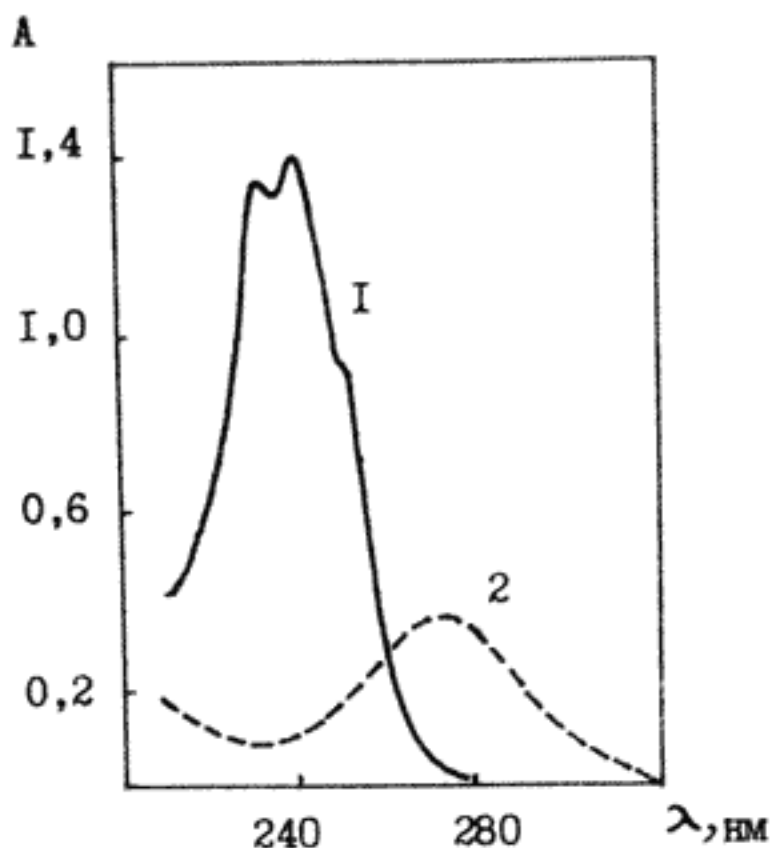


Рис. 5. Ультрафиолетовые спектры двух смоляных кислот канифоли (0,02% раствор в этаноле):
 1 - абиетиновая, 2 - левопимаровая; ([21] с. 206).

древесины. Как указывалось выше, после варки щелок отделяется от целлюлозы, из него удаляется сульфатное мыло, и он направляется на упаривание и сжигание. Конденсаты от сдувок и выдувки разделяются на органическую (скипидар) и водную фазы. Водная фаза, содержащая низкокипящие органические вещества (метанол, ацетон, спирт и др.), направляется на очистные сооружения (если указанные вещества не выделяют путем отгонки).

На очистные сооружения направляются и стоки разбавленного черного щелока, получающиеся на стадиях отмывки и сортировки. Эти стоки содержат низкомолекулярные вещества (например, моносахариды), остаточные экстрактивные вещества, а также взвеси - удаленные при сортировке на ситах мелкие частицы целлюлозы.

Наконец, на очистку поступает конденсат от упаривания черного щелока, который содержит часть легко кипящих органических

ческих веществ. Все стоки содержат также растворенные дурнопахнущие производные серы - сероводород, метилмеркаптан, диметилсульфид и диметилдисульфид, о которых говорилось в разделе, посвященном загрязнению воздуха. В стоки попадает также значительная часть неорганических солей, в основном сульфата натрия.

3.3. Происхождение веществ сточных вод на стадии отбели.

После варки, отмывки и сортировки в целлюлозе остается часть лигнина - 5-10% от исходного количества. Его можно было бы удалить при более продолжительной варке, но при этом происходит существенная деполимеризация целлюлозы, ухудшающая ее качество. Остаточный лигнин придает продукту темную (коричневатую) окраску. Если лигнин не удалить полностью, то приготовленная из такой неотбеленной целлюлозы бумага быстро портится при хранении - на свету она темнеет, становится хрупкой и рассыпается. Остаточный лигнин делает невозможной и переработку целлюлозы в вискозу - исходное сырье для искусственных волокон и целлофана. Поэтому, если целлюлоза используется для производства не просто оберточной бумаги и картона, продукт приходится отбеливать.

Схема технологии отбели показана на рис. 6 [20]. Наибольшие количества веществ удаляются из целлюлозы на стадиях С и E_I. Стадия С - обработка молекулярным хлором - проводится при концентрации пульпы 3%. Расход хлора - 60-70 кг на тонну целлюлозы; температура 15-30°, конечное рН 1,5-2,0. Стадия E_I - экстракция щелочью. Здесь концентрация пульпы 10%, расход щелочи 35-40 кг на тонну, температура 55-70°, конечное рН около 11. Стадии С и E_I называются вместе предварительной отбелкой, последующие стадии - окончательной отбелкой.

При обычной отбелке сосновой целлюлозы в раствор переходит около 70 кг органических веществ на тонну целлюлозы, из них 50 кг происходит из лигнина, 19 кг - из полисахаридов, 1 кг - из фракции экстрактивных веществ [20]. При предварительной отбелке растворяется около 70% от этого количества веществ.

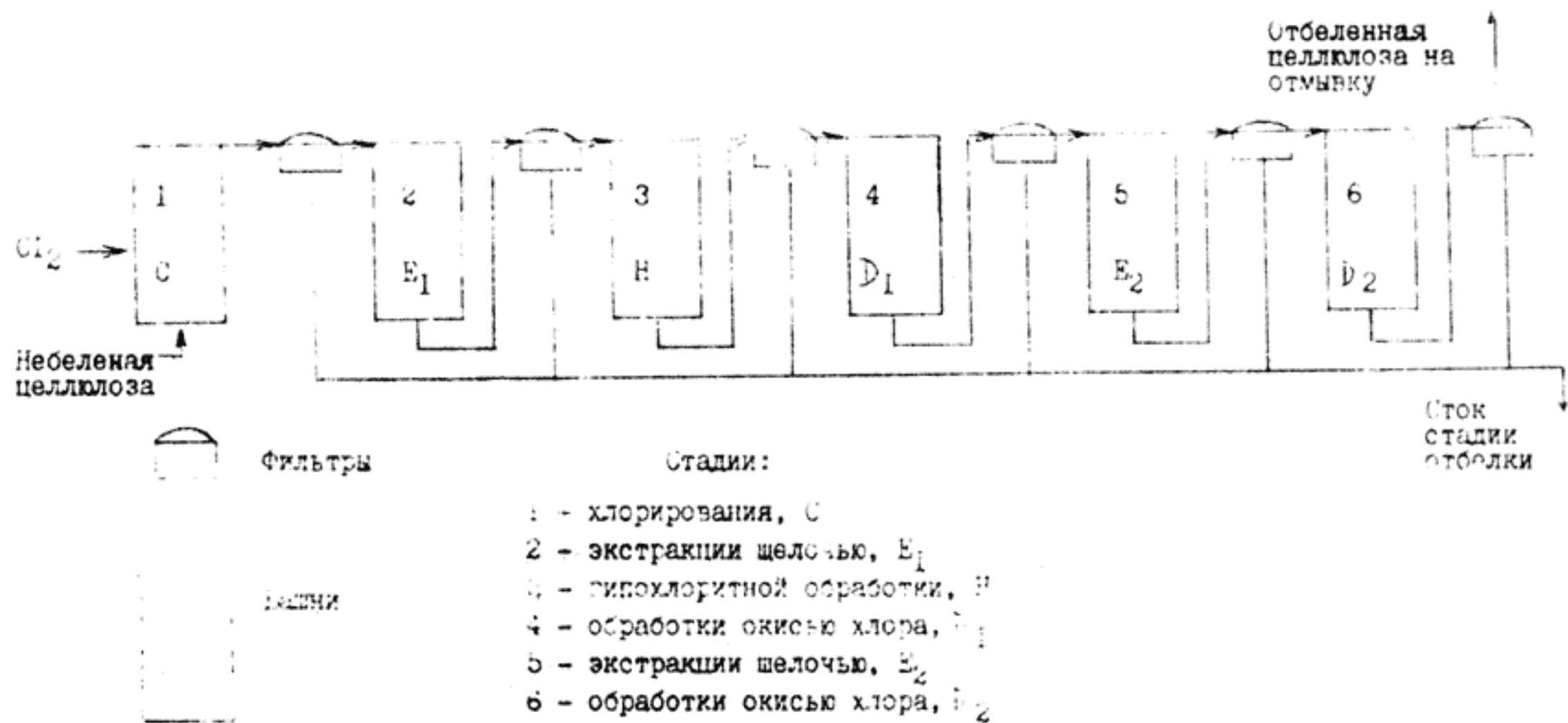
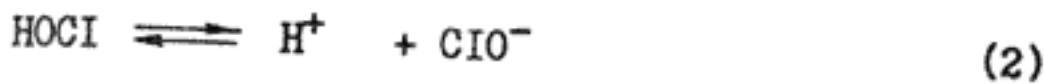


Рис. 6. Типичная схема отбеливания целлюлозы [20]. Обозначения стадий (С, H, E₁, E₂, D₁, D₂) - принятые в технологии целлюлозы.

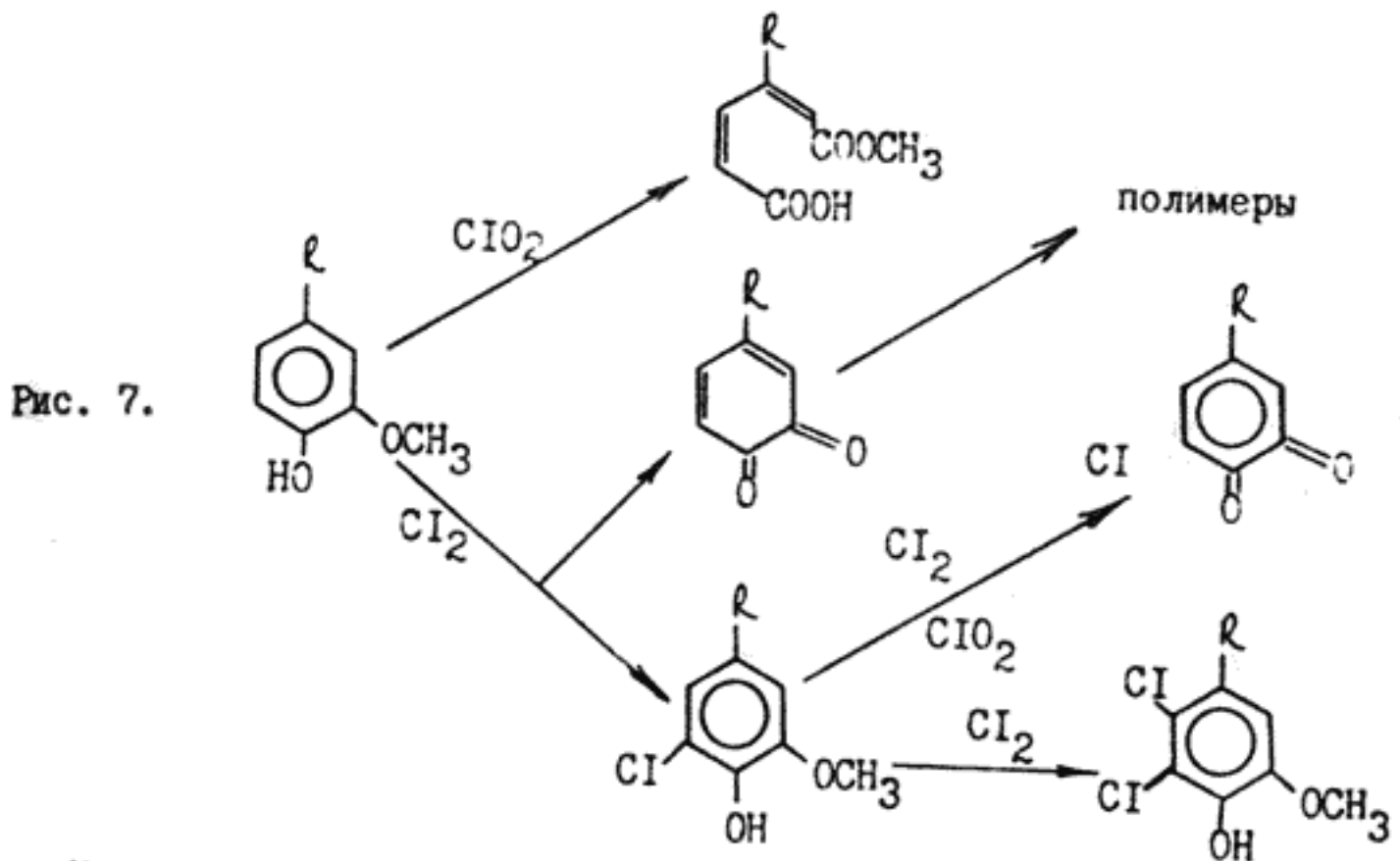
За отбелкой следует окончательная отмывка целлюлозы деионизованной водой (а в случае кордной целлюлозы - еще и обработка холодной щелочью, т.н. облагораживание).

На стадии хлорирования образуется множество веществ, создающих серьезные экологические проблемы. Они образуются в процессе хлорирования и окисления лигнина, а также при реакциях отбеливающих реагентов с экстрактивными веществами.

При растворении хлора в воде идут следующие реакции:



С лигнином хлор взаимодействует в основном в молекулярной форме. На рис. 7 показаны типичные реакции на стадиях С, E_I, D_I [20].



На рис. 8 показаны структурные формулы хлорфенолов, которые чаще всего находили в сточных водах стадии отбелки целлюлозы из древесины мягких пород.

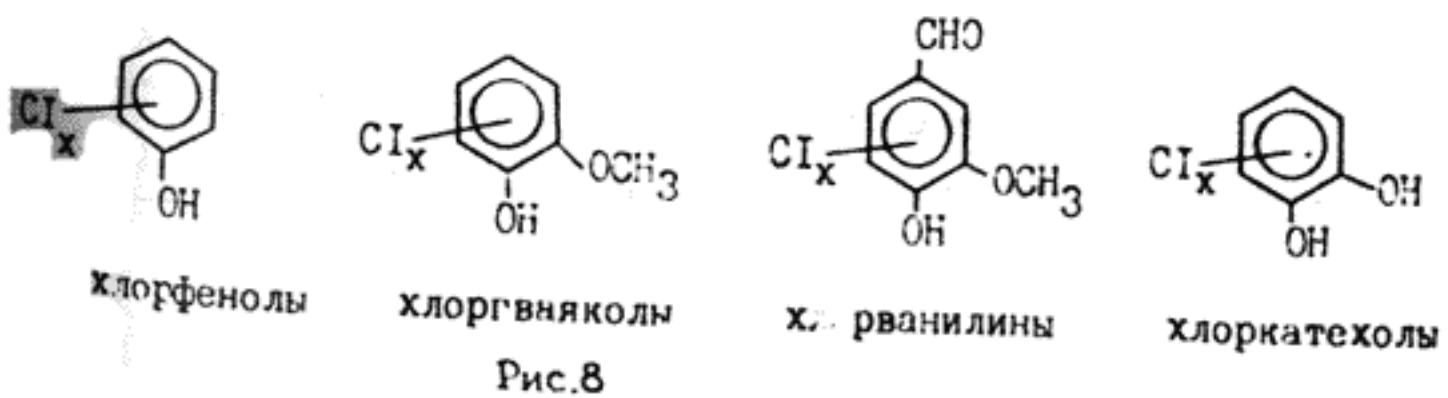
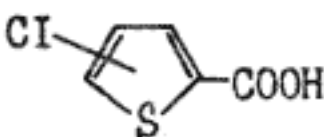
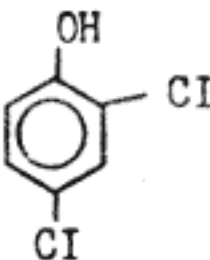
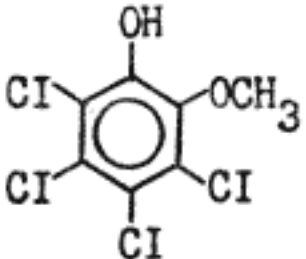
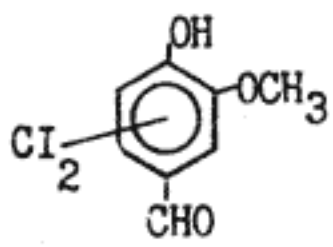
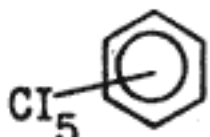


Таблица 4. Некоторые низкомолекулярные соединения сточных вод стадий хлорирования и экстракции [20].

Формула	Название	Выход, г/тону	
		Хлорирование	Экстракция
$\text{HOOC}-\text{COOH}$	Щавелевая кислота	130	590
$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{C}=\text{C}-\text{COOH} \\ \quad \\ \text{Cl} \quad \text{Cl} \end{array}$	Трихлорпропеновая кислота	-	+
	Хлор-2-тиофеновая кислота	-	+
	2,4-дихлорфенол	0,7	2
	Тетрахлоргваякол	0,1	9,0
	Дихлорванилин	0,5	1,5
CHCl_3	Хлороформ	10	30
$\begin{array}{c} \text{Cl} \quad \text{H} \\ \quad / \\ \text{C}=\text{C} \\ \quad \\ \text{Cl} \quad \text{Cl} \end{array}$	Трихлорэтен	0,5	-
	Пентахлорбензол	0,05	-

Хлоркatexолы присутствуют в основном в стоках хлорирования, хлоргваяколы и хлорванилины – в стоках щелочной экстракции.

Выход хлорфенолов при одинаковом расходе хлора сильно зависит от конечного рН стадии хлорирования и изменяется от 150 г/т до 25 г/т в диапазоне рН от 1 до 2,5. Выход хлороформа резко увеличивается при введении стадии обработки гипохлоритом – от 10 г/т (таблица 4) до 250 г/т [20]. Недавно в сточных водах было найдено в больших количествах (до 50 г/т) сравнительно безвредное вещество – 1,1-дихлорметилсульфон [20]. Некоторые другие хлорорганические производные будут упомянуты ниже в связи с их токсическими эффектами. Однако, нужно отметить, что на долю идентифицированных низкомолекулярных производных (М.в. < 1000) к настоящему времени приходится лишь 10% ковалентно связанного хлора – большую часть этих веществ еще предстоит идентифицировать. Забегая вперед, укажем, что среди идентифицированных веществ найдены мутагенные и канцерогенные продукты, однако их концентрации, с учетом разведения сточных вод в приемных водах, оказываются весьма низкими – намного ниже содержания хлороформа, хлорфенолов, мутагенов в хлорированной питьевой воде [20].

Наряду с низкомолекулярными продуктами в сточные воды стадии отбеливания переходят и высокомолекулярные (М.в. > 1000) хлорлигнины. Их структура пока мало изучена. Определение элементного состава дало брутто-формулу $C_{9-10}H_{10-14}O_{7-8}Cl$ для веществ стадии хлорирования и $C_{14}H_{10-15}O_{8-9}Cl$ для стадии E_I [20]. На стадии С на долю высокомолекулярных веществ приходится более 75% ковалентно связанного хлора, на стадии E_I – около 95%. В них, судя по УФ-спектрам, на удивление мало ароматических остатков. Эти вещества, по-видимому, не оказывают прямого токсического воздействия на водные организмы, однако, их присутствие считается с экологической точки зрения крайне нежелательным, т.к. они сильно поглощают видимый свет, а при биодегградации, может быть, дают токсичные продукты. Общая эмиссия хлорорганики (принятое сокращение – ТОСІ) составляет, по данным разных методов, около 4 кг на тонну целлюлозы [20]. Как уже указывалось выше, значительные экологические проблемы должно создавать сжигание хлорированного шлам-лигнина, образующегося при химической очистке сточных вод – осаждении гидроокисью алюминия. Этот

процесс используется на ряде предприятий для понижения цветности сточных вод. В отходящих газах сжигания шлам-лигнина производства беленой целлюлозы могут (а при недостаточно высоких температурах сжигания должны) присутствовать в больших концентрациях весьма токсичные хлорорганические производные. Вопрос, как это уже указывалось выше, нуждается в подробной экспертизе.

Еще одним источником возможных вредных последствий очистки промвыбросов производства беленой сульфатной целлюлозы является недавно обнаруженное превращение высокомолекулярной хлорорганики и мономерных хлорфенолов в весьма липофильные (и потому потенциально токсичные) хлорвератролы [20], которое протекает с высоким выходом при действии некоторых микроорганизмов.

Рассматривая состав сточных вод стадии отбелки, нельзя не упомянуть и о некоторых неорганических компонентах. Хлор-ионы нетоксичны для гидробионтов, но создают большие проблемы технологического характера, т.к. вызывают коррозию аппаратуры, что делает невозможным использование некоторых систем очистки (например, отбельные стоки не удается концентрировать и сжигать, подобно черному щелоку). Поскольку при получении щелочи используется ртутный катод, ртуть может иногда попадать в щелочь, а затем в сточные воды. В связи с этим требуется контроль содержания ртути в реагентах и сточных водах. Наконец, имеются сведения [26], что хлорат-ион — один из неорганических компонентов сточных вод стадии отбеливания — сильно токсичен для бурых водорослей, живущих в южной части Балтийского моря. Поскольку этот анион весьма устойчив, новые правила охраны природы в Швеции требуют контроля за содержанием ClO_3^- .

В обзоре [20] имеется указание на то, что Американское химическое общество может за плату выслать приложение к обзору — список из 192 органических продуктов, найденных в сточных водах стадий хлорирования и щелочной экстракции. Здесь перечислены кислоты, фенолы и нейтральные вещества и даны литературные ссылки. Некоторые из этих веществ упоминаются ниже при рассмотрении биологической активности.

3.3. Формирование сточных вод

До обсуждения вопросов токсичности сточных вод производства блененной сульфатной целлюлозы, во избежание путаницы, в настоящем разделе будет рассмотрено формирование сточных вод и система их очистки [3].

Сточные воды формируются из трех основных потоков - потока, поступающего со стадии удаления коры; потока, поступающего со стадии варки (водная часть конденсатов) и отмывки неблененной целлюлозы; потока, поступающего со стадий отбелки. Эти потоки проходят локальную очистку в соответствующих цехах (в основном механическую) от крупных частиц и взвесей, объединяются и "усредняются" в больших емкостях. Далее проводится биологическая очистка активным илом в аэротенках или аппаратах другой конструкции. Аэротенк представляет собой систему бетонных бассейнов. Перед поступлением в него сточные воды нейтрализуют, добавляют небольшие количества биогенных элементов - азота и фосфора. В аэротенке "удобренные" сточные воды смешиваются с активным илом - сложной смесью микроорганизмов (бактерии, грибы, дрожжи), и в реакционную смесь снизу подается сильный поток воздуха. За те несколько часов, в течение которых сточные воды находятся в аэротенке, микроорганизмы ассимилируют и разрушают содержащиеся в них органические вещества - низкомолекулярные углеводы, аминокислоты, смоляные и жирные кислоты, фенолы, хлорфенолы и т.д. Биологическая очистка пришла в целлюлозную промышленность из практики очистки бытовых сточных вод, где она прекрасно себя зарекомендовала. Особенностью функционирования системы в целлюлозной промышленности является гораздо худшая "усваиваемость" органических соединений. Только при постоянстве состава сточных вод и условий обработки сложное сообщество микроорганизмов активного ила может надежно "подстроиться", накопить штаммы и выработать ферментные системы для разрушения приоритетных токсикантов (смоляные кислоты, фенолы, хлорорганика). Изменение состава - например, поступление избытка низкомолекулярных углеводов - приводит к переходу сообщества на другой, в данном случае, легче усваиваемый источник питания, и разрушение токсикантов может прекратиться. Вместе с тем для периодического производства блененной целлюлозы характерны резкие колебания состава сточных вод, связанные как с изменением качества сырья, так и с перио-

дичностью процессов, с импульсным характером поступления примесей разной природы. В свете изложенного становится ясно, что, во-первых, большое внимание следует уделять стадиям "усреднения" во-вторых, не допускать поступления в очистные сооружения крупных "нештатных" пиковых выбросов токсикантов; в-третьих, тщательно и непрерывно контролировать биологическую очистку по показателю назначения - содержанию приоритетных, наиболее трудно разрушаемых токсикантов. К сожалению, такой контроль не всегда легко поставить.

Масса активного ила в аэротенках, естественно, увеличивается. После прохождения через аэротенки воды направляются в отстойники, из которых часть ила направляется на утилизацию, а часть - возвращается в аэротенк. Отстоявшиеся воды перекачиваются далее на стадию химической очистки.

На стадии химической очистки [3] в воду добавляется сульфат алюминия, и в слабо кислой среде выпадает гидроксид алюминия. На ней сорбируется присутствующая в водах органика, прежде всего, окрашенные соединения - производные лигнина. Вероятно, хотя это не исследовано детально, в осадок в виде алюминиевых солей переходят и имеющие кислотный характер токсиканты. Главным итогом химической очистки является снижение цветности. Для ускорения коагуляции гидроксида алюминия в смесь добавляют полиакриламид (применяют и другие добавки). Полученный осадок - шлам-лигнин - удаляют в отстойниках. Воду направляют на следующую стадию очистки, а шлам-лигнин - сперва концентрируют длительным отстаиванием в накопителях, затем отжимают из него воду с помощью ультрацентрифуг и, наконец, сушат, получая ценный продукт - компонент бурильного раствора, заменитель бентонита, либо сжигают в специальных печах.

Осветленную воду снова доводят до нейтрального pH и направляют в пруды-отстойники для удаления взвесей. В этих неглубоких бассейнах большой площади на дно оседают тонкодисперсные взвеси - остатки волокон целлюлозы, лигнин, гидроксид алюминия, микроорганизмы активного ила. Предшествующая отстаиванию нейтрализация очень важна, т.к. в кислой среде ионы алюминия токсичны для рыб. Пруды время от времени очищают от осадка земснарядами.

Воду из прудов-отстойников направляют в пруд-аэрактор, где она насыщается кислородом путем пропускания интенсивного потока

воздуха. Из пруда-аэратора вода, наконец, сбрасывается в приемный водоем.

Такова "полная" система очистки, которая пока применяется лишь на некоторых предприятиях (первым был Байкальский целлюлозно-бумажный комбинат [27]). Для более полного удаления взвесей делались попытки использования песчаных фильтров, таких же, как в системах питьевого водоснабжения [27], но песчаные фильтры быстро забивались взвесями, и от этой стадии пришлось отказаться.

Определенные разночтения при поверхностном суждении о воздействии сточных вод целлюлозно-бумажной промышленности на приемные водоемы связаны с тем, что в разных странах мира до сего времени многие предприятия применяют лишь две стадии очистки - механическую и отстаивание в прудах-отстойниках, а некоторые вообще не очищают сточные воды. Биологическая очистка стала широко применяться лишь сравнительно недавно. Естественно, что глубокая очистка сточных вод дала свой эффект, и поэтому целлюлозная промышленность стала менее вредной для водоемов, но старые предприятия, не снабженные системами глубокой очистки, продолжают наносить очевидный и крупный ущерб и вызывают законное возмущение общественности, органов контроля и здравоохранения. Еще один момент, который следует иметь в виду, - это то, что более распространенный раньше сульфитный способ производства целлюлозы создавал гораздо большие нагрузки на приемные водоемы, чем сульфатный, на который перешло сейчас большинство предприятий. Токсичности и очистки сточных вод сульфитного производства мы здесь касаться не будем.

Несмотря на изложенные выше оговорки, сточные воды целлюлозно-бумажной промышленности по справедливости остаются объектом самого пристального внимания экологов уже только потому, что очень велик их объем. В таблице 5 приведены данные по сбросу сточных вод на разных стадиях производства целлюлозы в среднем для США [5]. Норма сброса для США на 1977 год по данным обзора [2] (с. 62) составляла $250 \text{ м}^3/\text{т}$. Таким образом, даже среднее предприятие производства беленой сульфатной целлюлозы, дающее в день 600 т целлюлозы, сбрасывает ежедневно 60-160 тыс. кубометров сточных вод. Это столько же, сколько дает город с населением около 600 000 человек (144 тыс. м^3 при бытовой норме 250 л в день на человека).

Таблица 5. Удельные объемы выброса сточных вод целлюлозно-производств США [5].

Стадия процесса	Объем воды, м ³ на тонну целлюлозы
Гидравлическое короудашение	1,9 - 39
Сульфатная варка и отмывка	23 - 79
Отбеливание	79 - 155
Итого:	104 - 273 м ³ /т

Далее, при оценке экологических последствий нужно иметь в виду, что эти последствия могут быть совершенно разными для реки, озера, моря. Многое зависит и от способа выпуска сточных вод в приемный водоем. Например, сточные воды при сбросе в озеро рекомендуется направлять в область над металимнионом, т.е. в верхний перемешиваемый слой, а не на дно, с тем, чтобы достигнуть максимальной аэрации и рассеяния примесей течениями на большей площади [4]; имеются методики расчета рассеяния струи выбросов для стратифицированных и не-стратифицированных водоемов до таких расстояний от точки выпуска, на которых исчерпывается момент количества движения (например, с-с. [29]).

3.4. Влияния промстоков производства сульфатной целлюлозы на водоемы и водные организмы

Влияние сточных вод определяется присутствием в них следующих компонентов:

- взвешенные вещества (главный компонент - целлюлоза; наряду с ней лигнин, хлорлигнин, микроорганизмы и др.);
- минеральные растворимые вещества (сульфат-ион, хлорид-ион, катионы натрия и др.);
- растворенные окрашенные вещества (производные лигнина);
- легко окисляемые органические вещества (углеводы, аминокислоты и др.; тестируются по показателю БПК₅, см. выше);

- трудно окисляемые органические вещества (тестируются по показателю ХПК, синоним - бихроматная окисляемость, химическая потребность в кислороде);

- жирорастворимые вещества (смоляные кислоты, хлорфенолы, жирные кислоты, терпены и др.);

- дурнопахнущие вещества (меркаптаны, сероводород).

Ниже будут рассмотрены различные аспекты воздействия этих компонентов на приемные водоемы и водные организмы.

Взвешенные вещества - это главным образом волокна целлюлозы. Их влияние на водоем, в том случае, когда они накапливаются толстым слоем (во всяком случае, толще 10 мм), состоит в том, что на покрытом участке дна возникает анаэробизм. Кислород из воды не может быстро диффундировать вглубь слоя, и поскольку в избытке имеются органические вещества, в слое прорастают споры сульфат-редуцирующих бактерий. Они в процессе жизнедеятельности выделяют сероводород, который, во-первых, убивает другие организмы, а во-вторых, реагируя с кислородом, способствует поддержанию анаэробизма. При большой толщине слоя осадка (сравнительно с глубиной водоема) в результате выделения сероводорода может погибнуть вся обычная биота, и водоем превратится в зловонное болото.

Однако, в последнее время, благодаря повсеместному использованию очистных сооружений, проблема осаждения взвесей практически решена, и исследователи перестали обращать на нее большое внимание. Так, например, в опубликованном в 1976 г. обзоре Вальдена - крупного канадского специалиста по охране окружающей среды от воздействия целлюлозно-бумажной промышленности - взвесь посвящена специальная глава [5], а в обзоре того же автора и его коллег, опубликованном в 1986 г. [6], о взвешах не говорится ничего. Это не удивительно, поскольку в начале 70-х годов в разных странах были установлены жесткие нормы на содержание взвесей в сточных водах. По нормам 1977 г., принятым в США ([2], с. 62), при производстве 1 тонны целлюлозы сбрасывается 2,5 кг взвесей. Это означает, что предприятие, выпускающее 600 т целлюлозы в сутки, выбросит в водоем за год около 540 тонн взвесей. Если принять, что уплотнение образующегося из взвеси осадка прекращается при достижении концентрации 10%, то это соответствует объему 5400 м³. При рассеянии на площади 1 км² (а это легко

достигнимо при сбросе сточных вод в металлингон, см. выше), даже в том случае, если вся взвесь осядет, а не будет ассимилирована различными организмами, образуется слой толщиной около 5 мм. Если принять, что образуется более плотный осадок, то слой будет еще тоньше.

Однако в непроточных водоемах толщина слоя осадка целлюлозы за несколько лет работы предприятия может возрастать, особенно если к нему добавляются взвеси от "задговых" выбросов. Разложение целлюлозы идет очень медленно, на несколько процентов в год ([4], с. 167).

С вредным воздействием взвесей приходится иногда иметь дело при аварийных выбросах. При этом следует иметь в виду, что высокие концентрации волокон целлюлозы из хвойных деревьев (но не лиственных) могут быть токсичны для рыб: смертность наблюдается при концентрации 2000 мг/л, сублетальные эффекты - при концентрациях 100-800 мг/л ([5], с. 652-653). Мальки лосося были чувствительны к таким взвесям при концентрации 50-150 мг/л ([4], с. 161).

Минеральные растворимые вещества сточных вод производства блененной сульфатной целлюлозы - это главным образом сульфат натрия и хлористый натрий. Поскольку общая минерализация стоков обычно не превышает 1000 мг/л, а при смешивании с пресной водой приемного водоема происходит не менее, чем 20-кратное разбавление уже в нескольких метрах от выпуска, выброс солей никогда не привлекал внимания специалистов по защите окружающей среды - во всяком случае, об этом нет упоминания ни в одном из уже цитированных обзоров. Норма эмиссии минеральных веществ в США в 1977 г. составляла: 64 кг/т целлюлозы ([2], с. 62).

Как уже указывалось выше, беспокойство экологов вызывает сброс хлорат-ионов. Хлорат калия слабо ядовит для рыб. Он вызывает гибель водоросли сцендесмус при концентрации 3 мг/л. ПДК (органолептическое) для СССР 20 мг/л. Хлорат калия в концентрации 30 мг/л вызывает гибель дафний [44]. По сообщению проф. Холмбома [26], хлорат-ион показал экологическую токсичность для бурых водорослей Балтийского моря. Он весьма устойчив и не удаляется очистными сооружениями. В Швеции с 1989 года вводится ПДВ для хлорат-иона 1 кг на тонну целлюлозы.

К числу минеральных растворимых веществ можно отнести тяжелые металлы и сероводород. О последнем речь пойдет в разделе, посвященном дурнопахнущим веществам. Что же касается тяжелых металлов, то из них как загрязнитель, поставляемый целлюлозно-бумажной промышленностью, в мировой литературе раньше упоминалась только ртуть, которая входила в состав средства для предотвращения роста плесени на стадии сортировки [2]. С тех пор, как эти средства применять перестали, ртуть как токсикант в этой отрасли сохранила свое значение только в связи с тем, что она иногда присутствует в высоких концентрациях в щелочи, применяемой при отбелке (поскольку щелочь получают электролизом на ртутном катоде). Для того, чтобы избежать связанной с ртутью экотоксичности стоков, вполне достаточно контролировать ее содержание в закупаемом едком натре. Отметим, что ртуть в значимой с точки зрения экологии концентрации имеет мало шансов пройти сквозь исправные очистные сооружения.

О токсичности ионов алюминия для рыб уже упоминалось в разделе, посвященном "кислотным дождям". Поскольку для осветления сточных вод иногда используют так называемую "химическую очистку", абсорбцию на гидроксиде алюминия, этот ион можно рассматривать как потенциальный токсикант. Однако, как уже указывалось, эффект токсичности наблюдается лишь в кислой среде, при pH ниже 4, 5, а сточные воды перед поступлением в пруды - отстойники обычно подщелачивают до pH 7-8. Поэтому при нормальной работе очистных сооружений алюминий не опасен.

Легко окисляемые органические вещества были предметом главного внимания как интегральный показатель качества бытовых и промышленных стоков в течение многих лет. Мерой содержания легко окисляемой органики в сточных водах считается величина БПК₅ (см. стр. 3). Этот показатель, как указывается в обзоре [4] (с. 162), "исторически был главным оружием контроля загрязнений, поступающих от точечных источников, и все еще остается одним из законодательно контролируемых параметров сточных вод". Естественно, что тест БПК₅ (и даже БПК_{полн} ≈ 1,5 БПК₅) не улавливает всю ту органику, которая может быть усвоена гидробактериями в водоеме, однако считается, что дает представление об ее концентрации.

Легко усваиваемая органика наносит вред приемному водоему прежде всего потому, что на ней размножаются микроорганизмы, расходующие кислород, и нуждающиеся в кислороде гидробионты (рыбы, беспозвоночные животные, водоросли) просто задыхаются. Общее содержание легко усваиваемой органики в неочищенных сточных водах производства целлюлозы может достигать сотен килограммов на тонну продукта, что соответствует БПК₅ порядка 27-53 кг^х) на тонну целлюлозы [6]. Это очень большая величина. За сутки работы завод, производящий 600 т целлюлозы при отсутствии очистных сооружений создаст в водоеме "острую" потребность в кислороде порядка 30 тонн, что делает полностью анаэробным объем воды почти в 3 млн.м³ (3000x100x10м). Однако работа очистных сооружений, особенно аэротенков с активным илом, резко снижает БПК₅, а аэрация в прудах-аэраторах восстанавливает и содержание кислорода. По нормам США 1977 г. максимально допустимая величина эмиссии БПК₅ была принята равной 5 кг на тонну целлюлозы ([2], с. 62). В последние годы этот показатель, хотя он и применяется широко на практике, перестал быть предметом главного внимания науки.

В ряде работ был проведен анализ веществ, вносящих свой вклад в величину БПК₅. Этими веществами оказались прежде всего низкомолекулярные сахара. В результате обработки активным илом подобные легко усваиваемые соединения удаляются в первую очередь. Более трудно удаляются (или вообще не удаляются) следующие компоненты [6]: ароматические углеводороды (аценафтен, тиюфен); жирные кислоты (миристиновая, пальмитиновая, пентадекановая, 2-оксимасляная); продукты деградации лигнина (гомованилиновая, лигноцериновая, ванилиновая кислоты, ацетосирингон, аветол, гваякол, 5-оксибензальдегид, 4-окси-3-метоксипропиофенон, вератровый альдегид); терпеноиды. Однако этот список, с одной стороны, не полон, а с другой, как указано в том же обзоре [6], на некоторых сооружениях в определенные промежутки времени могут удаляться и какие-то из перечисленных веществ. Показатель БПК₅ далеко не строго коррелирует с токсичностью стоков (см. ниже).

х) Как указано в [6] (с. 4), общее содержание растворимой органики равно примерно 4БПК₅. Одним из главных причин прекращения производства сульфитной целлюлозы был исключительно высокий показатель БПК₅ - до 300 кг на тонну целлюлозы.

Трудно окисляемые органические вещества, присутствующие в стоках, выявляются по реакции с бихромат-ионом (тест "химическая потребность в кислороде", или ХПК, синоним – бихроматная окисляемость). Главным компонентом этого комплекса являются производные лигнина. Эти же вещества в основном придают темную окраску неочищенным стокам.

Влиянию цветности сточных вод на экосистемы были посвящен ряд работ. Подчеркнем, что речь идет о неочищенных стоках. Стоки имеют максимум поглощения света в области 400–500 нм, перекрывающейся с одним из максимумов спектра действия хлорофилла. На этом основании была высказана и подтверждена гипотеза "черного облака" ([4], с. 171), объясняющая подавление роста водорослей в районах сброса сточных вод в моря тем, что поглощение света производными лигнина при 400–500 нм ингибирует фотосинтез. Дополнительный вредный эффект при этом возникает оттого, что поставщики кислорода – водоросли – перестают выделять его в среду, и тем самым ингибируется дыхание всех аэробных гидробионтов. Биологическая очистка сточных вод не снижает в достаточной степени их цветность.

По данным работы [29], распад регистрируемого по ХПК крафт-лигнина протекает на 50% за две недели и на 90% за 40 недель. Распад лигнина со стадией отбелки наполовину протекает за 1 неделю, а затем практически прекращается – ХПК не снижается за 40 недель. Особое беспокойство вызывает наличие в составе этой фракции хлорлигнинов, которые, хотя и не обладают острой токсичностью для гидробионтов, потенциально могут служить (строго это пока не доказано) источником хронического поступления токсичной низкомолекулярной хлорорганики [20].

Очень велики количества сбрасываемой трудноокисляемой органики. В Швеции с ноября 1987 г. будет действовать норма эмиссии ХПК 35 кг на тонну целлюлозы, что соответствует концентрации около 150 мг ХПК на литр стоков [26]. Для того, чтобы ограничить сброс хлорлигнинов, здесь же вводится тест на общее содержание органического хлора (ТОСІ). Эмиссия ТОСІ в 1991 г. не должна будет превышать 1,5 кг на тонну целлюлозы. Резкого снижения ХПК и цветности удастся добиться путем "химической" очистки [3].

Естественно, что трудноокисляемая органика присутствует в водоемах и как природный компонент. Даже в олиготрофных водах ее содержание может составить несколько миллиграммов в литре. Поэтому сама по себе "добавка" ХПК в достаточно большой водоем от сточных вод может быть и не очень существенной в процентном отношении; однако, следует помнить, что в состав комплекса веществ, определяемых по ХПК, входят чужеродные для всех экосистем и трудно удаляемые хлорорганические вещества. Поэтому принимаются меры к тому, чтобы модифицировать технологию отбеливания целлюлозы и свести к минимуму или вовсе прекратить сброс хлорорганики в водоемы. Такой перспективный план разрабатывается в ряде стран Прибалтики.

Жирорастворимые вещества должны быть рассмотрены наиболее подробно, т.к. они являются приоритетными токсикантами сточных вод по признаку числа смертельных доз на единицу объема стоков.

Эти токсиканты можно разбить на две группы: вещества, которые присутствуют изначально в древесине и только экстрагируются в процессе получения целлюлозы, и вещества, которые образуются путем химических превращений.

Еще в I. . . . было установлено, что смоляные кислоты являются главными токсикантами стоков производства целлюлозы ([6], с. 5). Формулы этих соединений показаны в таблице 3. Как было установлено нашими методами по крупномасштабному фракционированию компонентов сточных вод методом жидкостной хроматографии с одновременным определением острой токсичности (гибель 50% молоди лососей за 96 час. выдержки в условиях насыщения по кислороду), более 80% токсического эффекта приходится на три главные смоляные кислоты - изоимаровую, абиетиновую и дегидроабиетиновую. Опыты, в которых готовились искусственные смеси смоляных и жирных кислот - идентифицированных компонентов сточных вод - показали практически такую же концентрационно-временную зависимость гибели рыб, как и эксперименты со сточными водами производства небеленой целлюлозы.

Ко второй группе токсикантов относятся хлорфенолы (тетрахлоргваякол, трихлоргваякол и др.), а также хлор-производные дегидроабиетиновой кислоты. На их долю приходится лишь небольшая часть общей токсичности стоков, но они хуже удаляются при

биологической очистке, а также обладают устойчивостью и способностью накапливаться в организмах (см. ниже), а поэтому вызывают большое беспокойство ряда ведущих специалистов. В таблице 6 приведены данные по токсичности жирорастворимых соединений и сведения об их удалении при биологической очистке, полученные в результате исследования работы 18 предприятий, производящих беленую сульфатную целлюлозу. Исследование было выполнено в рамках программы "Приоритетные токсиканты", организованной Агентством по защите окружающей среды США ([6], с. 20). Интересно отметить, что в этой программе было обследовано в общей сложности 163 предприятия 23 разных производств, и из них 130 имели сооружения для биологической очистки.

Как видно из таблицы 6, биологическая очистка в ряде случаев практически полностью освобождает стоки от токсикантов. Однако, иногда очистка происходит плохо, возможно, из-за перегрузки систем, и стоки оказываются остро токсичными для рыб. Аналогичную неустойчивость можно наблюдать и при работе какой-либо одной очистной системы, отбирая пробы в разное время (рис. 9). В ряде публикаций отмечается, что токсичность стоков может измениться в течение одного часа. В общем это объясняется тем, что процесс производства целлюлозы имеет не непрерывный, а циклический характер, и в любое время могут иметь место залповые выбросы с различных участков, которые либо сами по себе несут токсиканты, либо на время снижают эффективность действия активного ила.

Соли смоляных кислот, как уже упоминалось выше, входят в состав сульфатного мыла. Они обладают высокой поверхностной активностью. Известно, что пена, образующаяся в стоках при их аэрации на разных стадиях, обладает очень высокой токсичностью [30]. На поверхностной активности токсикантов основана система очистки стоков, в соответствии с которой их вспенивают, добиваясь получения поверхности раздела с воздухом более $30 \text{ м}^2/\text{л}$ [30], и пену удаляют. Процесс успешно испытан в масштабах опытной установки.

Для анализа приоритетных токсикантов — смоляных кислот и флорфенолов — используют в основном метод "двумерной" газ-жидкостной хроматографии, а иногда (что более надежно) метод

Таблица 6. Токсические концентрации жирорастворимых веществ - приоритетных токсикантов сточных вод производства беленой сульфатной целлюлозы - и их концентрации в стоках до и после биологической очистки [6].

Токсикант	LC ₅₀ ⁹⁶ * мкг/л	N * #)	Концентрация токсиканта, мкг/л			
			до биологической очистки		после биологической очистки	
			среднее	разброс	среднее	разброс
Абиетиновая кислота	700-1500	18	2547	0-18000	560	0-2500
Дегидроабиетиновая к-та	800-1740	18	1091	10-5200	292	0-1000
Изопимаровая кислота	400-1000	18	240	0-1300	210	0-590
Пимаровая кислота	60-1200	18	336	0-1900	273	0-790
Олеиновая кислота	3500-8200	18	1326	0-4500	115	0-810
Линолевая кислота	2000-4500	18	1128	180-3900	46	0-510
Линоленовая кислота	2000-6000	6	70	0-210	0	0
Хлордегидроабиетиновая к-та	600-900	18	295	0-1300	98	0-700
Дихлордегидроабиетиновая	600-1200	15	25	0-86	16	0-65
Трихлоргваяколы	700-1000	15	8	0-21	0	0
Тетрахлоргваякол	200-1700	15	9	2-23	1	0-1
2,4,6-трихлорфенол	450-2600	15	9	0-26	3	0-8
2,4-дихлорфенол	2800	15	3	0-8	2	0-8
Этилбензол	-	15	11	0-82	0	0-3
Флюорантрен	-	3	2	0-7	0	0
Хлороформ	-	18	1351	360-4000	18	0-86

16

* LC₅₀⁹⁶ - концентрация вещества, вызывающая гибель 50% особей молоди лосося за 96 часов.

* N - число изученных заводов.

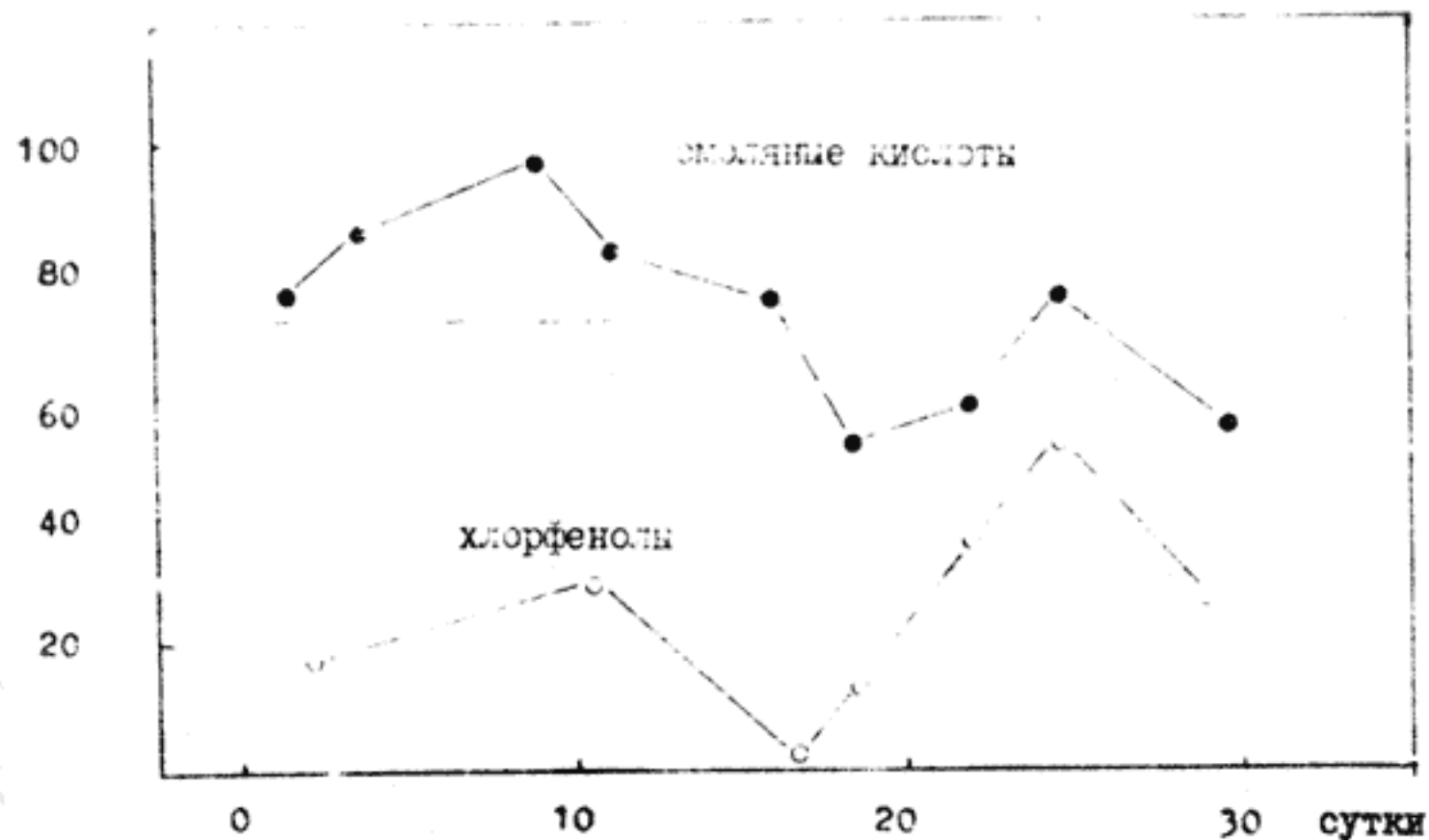


Рис. 1. Степень удаления хлорфенолов и смоляных кислот сооружениями биологической очистки в разные дни одного месяца [38].

хромато-масс-спектрометрии. Примером газ-хроматографической методики является описанная в работе [31]; анализ выявляет исключительно сложную смесь продуктов силилирования жирорастворимой фракции - на хроматограмме присутствует несколько сот пиков. Более удобный для количественной работы метод высокоэффективной жидкостной хроматографии для анализов такого рода пока почти не применялся, возможно, потому, что он не обеспечивал того разрешения, которое дают капиллярные газовые колонки. Однако, ВЭЖХ некоторых производных смоляных кислот описана [32].

В литературе широко дебатруется вопрос о том, в какой мере данные об острой токсичности стоков для рыб (норматив LC_{50}^{96} , принятый в ряде стран как официальный) отражают возможность хронического влияния тех же (или других) ядов на рыб и на других гидробионтов. В связи с этим были предприняты попытки определить "мишень" для смоляных кислот в организме рыб. Природа "мишени" пока твердо не установлена. Вероятнее всего, самым чувствительным органом являются жабры. Во всяком случае, при отравлении всегда затрагивается функция дыхания. Принципы методов определения острой и хронической токсичности подробно описаны в работе [5]. Особенно много изобретательности потребовалось исследователям для измерения сублетальных эффектов. Наибольшей популярностью пользовались две методики, из которых одна основывалась на изучении способности рыбы плыть в течение длительного времени против течения разной скорости, а другая - на определении частоты "кашля" - реакции рыбы, при которой она направляет ток воды через жабры в сторону, противоположную обычной, и тем самым пытается их "прочистить". Ставились и дорогостоящие длительные опыты с искусственными "ручьями", в которые подавали в определенной пропорции смесь чистой воды и промстоков для того, например, чтобы определить, не препятствуют ли промстоки прохождению лососевых на нерест. Результаты этих "хронических" опытов можно суммировать следующим образом: порог физиологического воздействия неочищенных разбавленных промстоков на рыб лежит в области 0,03-0,05 от LC_{50}^{96x} ; иногда

х) Для неочищенных стоков производства белой сульфатной целлюлозы LC_{50}^{96} колеблется в пределах 0,02-0,7 (т.е. для достижения гибели 50% рыб за 96 час. достаточно разведения стоков в 50-1,4 раза) ([4], с. 157).

наблюдается тератогенное воздействие (например, на личинки устриц) при очень сильном разведении стоков (в 100 раз); беспозвоночные животные менее чувствительны, чем рыбы, к токсикантам производства беленой сульфатной целлюлозы (за исключением соединений двухвалентной серы, см. ниже). Сведения о реакциях избегания и предпочтения у рыб несколько противоречивы — наблюдается как избегание сильно разбавленных неочищенных стоков, так и предпочтение к ним у разных рыб в разные периоды жизненного цикла [4, 5].

В таблице 7 даны сведения об изменении активности некоторых ферментов печени рыб, выдержанных в течение II дней в имитированных разбавленных стоках ($0,15 \cdot LC_{50}^{96}$) производства небеленой сульфатной целлюлозы, приготовленных из сульфатного мыла [33]. Обращает на себя внимание повышение уровня билирубина — количественный признак общего отравления, а также резкое падение гликогена (энергетический ресурс).

Естественно, что биохимические характеристики измерять гораздо проще, чем поведенческие и другие физиологические реакции. Однако, и в этом случае требуется большая тщательность в постановке контролей — изменение биохимических показателей иногда является следствием общего стресса от помещения в садок. Тем не менее, за измерением ферментативных активностей, по-видимому, будущее экотоксикологии.

Таблица 7. Влияние имитированных разбавленных сбросов производства небеленой целлюлозы (сульфатного мыла) на функции печени радужной форели [58]

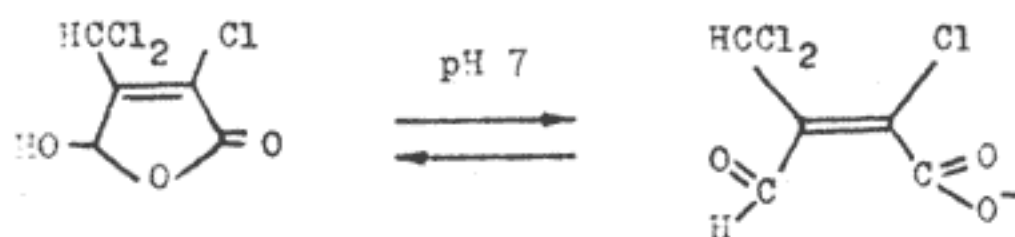
Показатель	Контрольная рыба	Рыба после выдержки в течение II дней в $0,15 \times LC_{50}^{96}$
Уровень UDP-GT** печени	223±18	134±13
Билирубин сыворотки	2,1±0,5	5,0±0,7*
Гликоген печени, %	2.06±0,54	0,58±0,54

* Это изменение соответствует желтухе.

** UDP-GT - уридиндифосфатглюкуронил-трансфераза.

Ряд жирорастворимых компонентов промстоков производства блененной сульфатной целлюлозы обладает мутагенной активностью. Последнюю определяют чаще всего в так называемом тесте Эймса, основанном на изменении частоты реверсий определенных мутаций сальмонеллы. Тесту Эймса иногда предшествует активация с помощью микросомальной фракции из печени, для того, чтобы обнаружить так называемые "про-канцерогенные" молекулы", т.е. такие вещества, которые сами по себе не обладают мутагенной (канцерогенной) активностью, но приобретают ее при окислении печеночными монооксигеназами. В обзоре [6] приводится список веществ стоков, обладающих мутагенной (не очень высокой) активностью; упомянем некоторые из них: четыреххлористый углерод, хлороформ, тетра-хлор-2-пропен, дихлорметан, трихлорэтан, тетрахлорэтан, флукоран-трен, пирен, хлорацетальдегид, 1,3-дихлоацетон, 1,1,3-трихлор-ацетон, 1,1,3,3-тетрахлорацетон, 2,4,6-трихлорваякол, тетра-хлорваякол, неоабиетинная кислота.

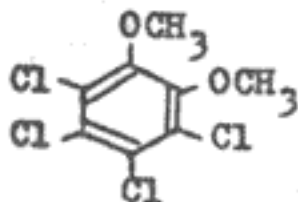
Холмбом и сотр. [34] выделили из сточных вод стадии хлорирования отбелки исключительно мощный мутаген-производное окси-фуранона (т.н. "соединение МХ"):



Однако, оказалось, что оно весьма лабильно, и исчезает еще до очистки стоков, при смешивании потоков отмывки и отбелки. Соединение претерпевает таутомерию и экстрагируется в этилацетат только при $pH < 7$.

Риск, связанный с выбросом мутагенов и канцерогенов в реки и озера, трудно оценить при сегодняшнем уровне знаний. Отчасти это связано с тем, что пока не имеется достаточных данных об активности веществ в отношении животных. Однако, как указывается в работе [20], "Этот риск скорее всего либо очень мал, либо его вообще нет - исследование трех главных приемных пресноводных водоемов Швеции показало, что хлороформ, хлорфенолы и некоторые другие мутагены в них разбавлены до таких концентраций, которые во много раз ниже, чем содержание тех же веществ в хлорированной питьевой воде".

Жирорастворимые токсиканты, и в особенности вещества хлор-ароматического ряда, могут сильно концентрироваться в организмах водных животных. Именно это обстоятельство ставит в ряд приоритетных экотоксикантов хлоргваяколы и другие хлорфенолы, хотя их концентрации в сточных водах после биологической очистки далеки от остро токсичных (таблица 6). В таблице 8 приведены некоторые данные о биоаккумуляции [6]. Особо следует отметить высокий уровень биоаккумуляции в жире тетрахлорвератрола:



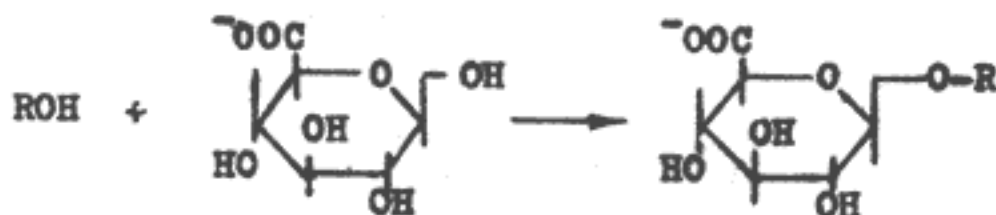
Это вещество образуется из тетрахлоргваякола путем биометилирования в ходе биологической очистки с удивительно высоким выходом [20].

Видимо, именно за счет биоаккумуляции жирорастворимых компонентов стоков у рыбы, пойманной неподалеку от мест выпуска, часто наблюдается специфический или неприятный привкус [6].

В заключение приведем нормы ПДК для пентахлорфенола, установленные в СССР: в воздухе рабочей зоны 0,1 мг/м³; в воздухе населенных мест максимально разовая 0,005 мг/м³; средне-суточная 0,001 мг/м³; в воде 0,3 мг/л.

Большой интерес с точки зрения экологического мониторинга представляют данные, полученные финским ученым Оижари и его коллегами. Они обнаружили, что токсиканты производства белевой сульфатной целлюлозы в виде конъюгатов с глюкуроновой кислотой накапливаются в очень высоких концентрациях в желчи рыб.

Превращение жирорастворимых ксенобиотиков, содержащих гидроксильные группы, в производные глюкуроновой кислоты:



R — остаток фенола (или смоляной кислоты)

Таблица 8.

Биоаккумуляция некоторых токсикантов производства
беленой целлюлозы в тканях рыб [6].

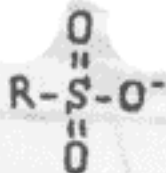
Вещество	Организм	Концентрация в ткани, мкг/г	Фактор биоак- кумуляции
Дегидроабиетиновая кислота		19	30
		647 (желчь)	996
		263 (печень)	404
2,4-Дихлорфенол	Коричневая форель	18	10
2,3,5-Трихлорфенол	—"	6	12
4,5,6-Трихлоргваякол		4	390
Тетрахлоргваякол		4	400
1,2-Дихлорбензол ^{х)}	Радужная форель	0,7	560
1,2,3,4-Тетрахлор- бензол ^{хх)}	—"	0,3	12000
Гексахлорбензол ^{х)}	—"	0,2	20000
Тетрахлорвератрол ^{хх)}	рыба-зебра	2300 (жир)	25000
3,5-Дихлоркатехол	коричневая форель	6	2
Тетрахлоркатехол	—"	10	4

х) В стоках производства целлюлозы не найдены;

хх) Образуется из тетрахлоргваякола путем метилирования при
биологической очистке.

Все данные, кроме отмеченных, приведены на сырой вес
тела рыбы.

является одним из главных путей детоксикации. Другая ферментная система детоксикации присоединяет к гидроксильным группам остаток серной кислоты:



Эти системы работают в печени. После присоединения стригательно заряженных остатков специальные системы транспорта анионов выводят вещества в желчный канал, и происходит их накопление в желчи. В конечном итоге с желчью они попадают в кишечник и выводятся из организма с экскрементами.

В таблице 9 показаны результаты определения конъюгатов смоляных кислот и хлорфенолов с глюкуроновой кислотой в желчи у радужной форели, выдерживавшейся в течение 30 дней в биологически очищенных стоках, разбавленных в 20 раз [35]. Можно видеть, что концентрирование имеет порядок величины 10^5 .

В работе [36] подробно описана система мониторинга токсикантов в озере, основанная на выдерживании рыб в садках в разных точках приемного водоема и последующем газ-хроматографическим анализом для определения содержания конъюгатов в желчи. Доказана возможность детектирования токсикантов таким способом в озере в 11 км от места сброса.

Наконец, в работе [37] было исследовано содержание хлорфенолов и смоляных кислот в виде конъюгатов в печени плотвы и окуня, выловленных из озера в точках, расположенных на разных расстояниях от места сброса сточных вод производства белой сульфатной целлюлозы. Полученные данные показаны на рис. 10 (для плотвы).

В работе [38] указывается, что порогом биоаккумуляции конъюгатов в желчи для смоляных кислот является концентрация порядка 20 нг/мл. Для тетрахлоргваякола этот порог пока не найден - накопление еще происходит при концентрации вещества 0,5 нг/мл.

Накопление конъюгатов токсикантов с гликуроновой кислотой в желчи радужных форелей [35]

Соединение	Содержание, нг/мл	
	в разведенных стоках	в желчи (конъюгаты)
Кислоты:		
Пимаровая	2,8	205000
Изопимаровая	6,0	363000
Абиетиновая	7,0	247000
Дегидроабиетиновая	7,0	361000
Сумма:	22,8	1176000
Хлорфенолы:		
2,4,6-трихлорфенол	0,75	32000
2,3,4,6-тетрахлорфенол	0,35	15000
3,4,5-трихлоргваякол	0,30	11000
3,4,5,6-тетрахлоргваякол	0,65	67000
Пентахлорфенол	0,5	70000
Сумма:	2,55	195000

x) у контрольных рыб < 20 нг/мл

Таким образом, еще раз подтверждается, что хлоргваяколы являются потенциально более опасными экотоксикантами, чем смоляные кислоты, хотя на сегодня конкретных данных об их воздействии на большие экосистемы не имеется. Само по себе накопление конъюгатов в желчи, поскольку оно обусловлено действием обычного физиологического механизма детоксикации ксенобиотиков, не приносит видимого вреда рыбам, и только при исчерпании мощности этого механизма имеет место отравление.

Дурнопахнущие производные серы - метилмеркаптан CH_3SH , диметилдисульфид CH_3SSCH_3 , сероводород H_2S - попадают в сточные воды и не полностью удаляются очистными сооружениями. Нормы ПДК на метилсернистые соединения установлены по органолептическому критерию и составляют [39] : 0,2 мкг/л для CH_3SH , 10 мкг/л для CH_3SCH_3 , 40 мкг/л CH_3SSCH_3 .

МКГ/МЛ

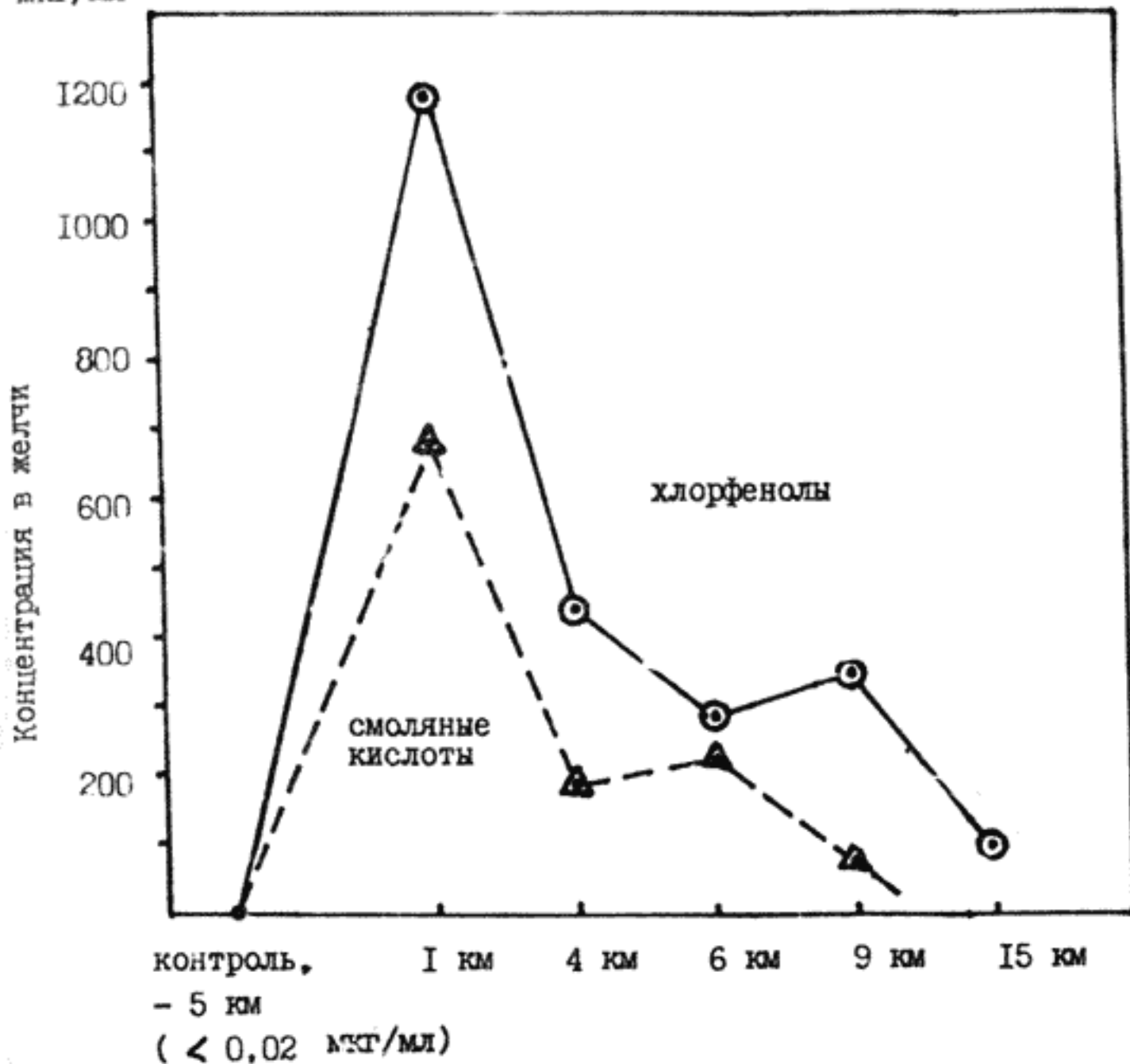


Рис. 10. Содержание хлорфенолов и смоляных кислот в печени плотвы, выловленной на разных расстояниях от точки слива сточных вод в озеро в Финляндии. Сточные воды производства белевой сульфатной целлюлозы, очищены микробиологически. Данные работы [37].

Содержание этих веществ в сточных водах после полного цикла очистки во много раз больше (10–14 мкг/л H_2S , 50–80 мкг/л CH_3SH , 50–80 мкг/л CH_3SCH_3 [40]). На ядовитость этих веществ для гидробионтов обратили внимание еще первые исследователи. Пороговые летальные концентрации для лососевых составляют для H_2S 0,5 мг/л; для CH_3SH 0,9 мг/л. Позднее было найдено, что для некоторых водных организмов токсичность может быть гораздо более высокой. Так, H_2S ядовит для золотой рыбки при концентрации 40–90 мкг/л, для икры окуня – при 70–90 мкг/л. Длительные опыты с гаммаридами показали, что репродуктивная функция и рост молоди подавляются при концентрации H_2S 2 мкг/л. Таким образом, на первый взгляд представляется, что дурнопахнущие соединения серы создают большие проблемы. Однако, Вальден в обзоре 1966 г. [6] указывает после упоминания многочисленных работ, касающихся высокой токсичности соединений восстановленной серы, что эти вещества вносят лишь весьма небольшой вклад в токсичность сточных вод (около 5%).

4. Борьба за снижение вредного воздействия

ЦПИ на окружающую среду

Эффективным средством борьбы за чистоту окружающей среды служит система штрафов за нарушение природоохранного законодательства. Один недавний пример: компания, производящая целлюлозу в США, была оштрафована по решению суда на 1 млн. долларов только за то, что не смогла представить документацию по контролю качества сточных вод (которую она должна вести сама) за период 900 дней [42]. Однако, штрафы сами по себе только стимулируют решение проблем, но не решают их. Решения дает усовершенствованная технология производства.

В уже цитированной выше работе [1] рассказывается об осуществленном в Швеции проекте SSLV, направленном на уменьшение вредных воздействий ЦПИ на окружающую среду. Проект был предложен в 1970 г. и опубликован в 1973 году. Прямые затраты составили 6 млн. долл. США, из них правительство Швеции внесло 1,6 млн. долл., а остальную сумму дала лесоперерабатывающая промышленность. Многие компании предоставили бесплатно людей и оборудование. Поэтому общую стоимость работ можно оценить в 20 млн. долл.

Проект был разделен на 8 подразделов, из которых производства сульфатной целлюлозы касаются следующие семь:

- герметизация системы варки-промывки-сортировки;
- отбелка;
- выпаривание и обработка конденсатов;
- аварийные выбросы;
- обработка шлама;
- биологическая и химическая очистка сточных вод;
- проблемы загрязнения воздуха;

В разработке проекта приняло участие около 300 консультантов, инженеров и ученых. По заказу можно получить резюме проекта на английском языке. Меры, принятые в рамках проекта, способствовали значительному уменьшению экологического ущерба от ЦБП в Швеции. Эти меры коснулись главным образом не очистки выбросов, а технологии производства. Они направлены на снижение объемов эмиссии загрязнителей и объемов самих выбросов. Главные усилия были направлены на уменьшение загрязнения воды.

Например, замыкание системы промывки и сортировки с одновременным увеличением эффективности отмывки дает возможность создания замкнутого цикла. Интегрированная система такого рода снижает загрязнения от стадии отмывки и скрининга примерно на 50%. Объем стоков составляет при этом около 10 м³/т (вместо 70 м³/т при незамкнутой системе). Установка замкнутой системы на сульфатном заводе с производительностью 600 тонн в сутки обходится приблизительно в 2,2 млн. долларов США [1].

Большое внимание уделено борьбе с последствиями аварийных выбросов (переливов). Их вклад в потери волокна и реагентов составлял в промышленности Швеции 50%. Эти сбросы вызваны поломками оборудования, ошибками людей и неправильной стратегией контроля. В соответствии с рекомендациями проекта, переливы собирают и пускают их в рецикл. Система полного предотвращения аварийных выбросов стоит около 1,5 млн. долларов США [1].

Естественно, что никакая борьба за уменьшение вредных выбросов не может увенчаться успехом без автоматического постоянного контроля содержания загрязнителей и интегрированной

в состав производства автоматической системы управления тысячами клапанов, задвижек, наносов и т.д.

В практике ряда стран подход к нормированию допустимых выбросов основан не на результатах токсикологической экспертизы, а на предписываемой законодательно тенденции к использованию самых передовых технологий. Так, в 1971 г. в США был принят закон, по которому, начиная с 1971-72 гг., все новые предприятия должны были проектироваться с ориентацией на "наилучшую достигнутую" технологию, а с 1977 г. должна была повсеместно использоваться только такая технология. Аналогично строилась природоохранная деятельность в Канаде, Швеции, Финляндии. Это привело к существенному улучшению экологической обстановки вблизи заводов сульфатной целлюлозы и, главное, позволило организовать деловое сотрудничество производителей и экологов. Отчет об итогах одного из таких проектов, завершеного в 1982 г., под названием "Производство отбеленной целлюлозы в гармонии с окружающей средой" [42] можно приобрести за 1000 шведских крон. Однако, борьба за экологическое благополучие продолжается. В работе [43], в частности, указывается, что в Швеции в 1980-1995 г. эмиссия SO_2 должна быть уменьшена до 3 кг/т целлюлозы в связи с решением о 65%-ном снижении эмиссии SO_2 всей шведской промышленностью; потери Na_2SO_4 на стадии варки должны составлять не более 10 кг/т целлюлозы. По данным таблицы 10 можно судить о прогрессе природоохранной технологии.

Таблица 10

Эмиссия загрязнителей ЦБП Швеции при производстве отбеленной сульфатной целлюлозы (до поступления на очистные сооружения) [43].

	кг/т; технология:	
	1970 года	1985 года
БК ₇	65	20
ХПК	240	75
ТОС ₁	6	3,5

Руководит природоохранной деятельностью в промышленности Швеции орган **National Franchise Board of Environment Protection** - автономный институт со статусом, аналогичным статусу суда - который дает разрешения на природопользование предприятиям. Контроль и инспекция осуществляются другим центральным органом - **National Environment Protection Board**, а также местными органами власти и здравоохранения. **Franchise Board** при согласовании условий выдачи каждого разрешения должно установить, какие "внутренние" и "наружные" меры могут быть приняты на данном уровне технологии и экономики, чтобы предотвратить или свести к минимуму ущерб среде. При этом три критерия - экология, технология, экономика - равноправны. Деятельность органа протекает в рамках закона об охране среды 1969 г., пересмотренного в 1981 г. По этому закону нарушение правил охраны природы промышленностью имеет следствием привлечение руководителя предприятия к юридической ответственности. Более того, если правила нарушаются и при этом достигается финансовая экономия, то компания должна платить за нарушение штраф. В отношении целлюлозной промышленности основное внимание уделяется загрязнителям стадий отбелки и выбросу SO_2 . Разрешения выдаются с указанием предельно допустимых выбросов. При выдаче разрешений могут быть даны обязательные для исполнения рекомендации, например, требование о введении кислородной отбелки или биологической очистки, а также рекомендации, касающиеся отдельных стадий процесса [43].

На основе проекта SSLV -85, объявленного в 1985 г. ЦБП Швеции, были сделаны оценки воздействий производств отбеленной целлюлозы на модельные экосистемы, имитирующие сообщества гидробионтов Балтийского моря. Оказалось, что высокому уровню экологических требований отвечают следующие процессы:

- кислородная делигнификация в сочетании с очистными сооружениями (пруд-аэратор);

- кислородная делигнификация в сочетании с большой долей Cl_2 на стадии хлорирования.

В Швеции сейчас имеется 15 заводов бленной сульфатной целлюлозы. Кислородная делигнификация применяется на 9 заводах. Высказывается намерение добиться того, чтобы хлорорганика вообще не сбрасывалась в водоемы.

От ряда заводов Franchise Board требует снизить параметр содержания лигнина - "число каппа" - до 12-14 путем удлинения варки и введения кислородной делигнификации. Трем заводам выставлено требование снизить величину ТОСІ до 1,5-3,4 кг/т. Выброс двуокиси серы 3 кг/т целлюлозы в воздух установлен на основе изучения модели, которая показала, что этой величины можно добиться, не прибегая к скрубберу, если сульфидность щелока не превышает 33%. Для печей обжига извести установлены ПДК для пыли (250 мг/м^3) и для сероводорода (50 мг/м^3). Для содорегенерационных котлов ПДК для пыли установлен равно 150 мг/м^3 , для сероводорода - 10 мг/м^3 . Удаление пыли до таких концентраций требует применения специальных электрофильтров. Для печей сжигания коры установлена норма по пыли 500 мг/м^3 .

Приведенные выше длинные цитаты из статьи [43] имели целью не только дать сведения о современном состоянии проблемы воздействия ЦБП на природу в Швеции, но и показать, что работа центрального разрешающего природопользование органа (Franchise Board) здесь имеет сугубо конкретный характер и включает глубокую экспертизу не только всего производства в целом, но и отдельных цехов и установок. Такая экспертиза требует привлечения самых высококвалифицированных специалистов, знакомых с мировым уровнем технологий. Авторам настоящего обзора представляется, что именно к такому, предельно деловому стилю нужно стремиться и тем, кто озабочен охраной природы в СССР.

ЛИТЕРАТУРА

1. H. Norrström, AMBIO, 1975, v.4, p.80-82.
2. Я.М.Грушко, О.М.Кожова. Сточные воды сульфат-целлюлозных предприятий и охрана водоемов от загрязнения. М., Лесная промышленность, 1978. - 172 с.
3. М.Ситтиг. Защита окружающей среды в целлюлозно-бумажной промышленности. М., Лесная промышленность, 1981.
4. N.J.Poole, D.J.Wildish, D.D.Kristmanson, CRC Critical Reviews in Environmental Control, 1978, p.81-195.
5. C.C.Walden, Water Research, 1976, v.10, p.639-664.
6. C.C.Walden, D.J.McLeay, A.B.McKague, Cellulose Production Process, in: O.Hutzinger (ed.) The Handbook of Environmental Chemistry, v.3, Part D, Antropogenic Compounds D, 1986, Springer-Verlag, p.1-34.
7. Г.П.Беспмятнов, Ю.А.Кротов. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. Л., Химия, 1985.
8. C.T.Driscoll, J.P.Bacer, J.J.Bisogni, C.L.Schofield, Nature, 1980, v.284, p.161-164.
9. J.B.Andelman, J.R.Miller, WHO Water Quality Bull., 1986, v.11, p.19-25, continued on p.58.
10. J.N.V.Bell, Experientia, 1986, v.42, p.363-371.
11. D.V.Huebert, S.J.L'Hirondelle, P.A.Addison, New Phytol., 1985, v.100, p.643-651.
12. A.A.Moghissi, WHO Water Quality Bull., 1986, v.11, p.3-5, continued on p.58.
13. Перевод № 01-29414"в" - Источники и последотвия загрязнения среды, гл. У. Всесоюзный центр переводов. М., 1979. Оригинал: V. Sources and Effects of Pollution. Guidelines for Assessing Industrial Environmental Impact and Environmental Cryteria for the siting Indus ry. A draft. Industry

and Environmental Office, 1979, p.138-163.

14. Cahiers de notes documentaires, N°113, 4 Trimestre 1983, p. 597-600.
15. Б.Д.Богомолов. Бумажная промышленность, 1954, с. 6-10.
16. А.А.Столяров. Журнал прикл. химии. 1977, т. 50, с. 1768-1771.
17. Ю.С.Куснер. Докл. АН СССР, 1981, т. 259, с. 359-361.
18. Н.Н. Williams, R.R. Fuller, Tappi, 1977, v.60, p.108-111.
19. J. Paasivirta, J. Tarhanen, J. Soikkeli, Chemosphere, 1986, v.15, p.1429-1433.
20. K.P. Kringstad, K. Lindström, Environ. Sci. Technol., 1984, v.18, p.236A-248A.
21. В. Зандерманн. Природные смолы, скипидары, талловое масло. М., Лесная промышленность, 1964.
22. Н.Ф.Комшилов. Канифоль. М., Лесная промышленность, 1965, с. 54-102.
23. В.М.Никитин. Химия терпенов и смоляных кислот. М., Гослесбумнадат, 1952, гл. 2.
24. И.И.Бардышев, Э.П.Донцова, В.П.Емельянов, М.К.Жлобо, В.Н.Гусаков. Гидролизная и лесохимическая промышленность, 1967, № 8, с. 10-11.
25. И.И.Бардышев, А.С.Дегтяренко. Изв. АН БССР, сер.хим.наук, 1978, № 3, с. 54-57.
26. V. Holmbom, lecture, 1987 (manuscript).
27. H. R. Amberg, I. Gellman, R. H. Scott, Tappi, 1975, v.58, p.71-75.
28. R. C. Y. Koh, N. H. Brooks, Ann. Rev. Fluid Mech., 1975, v.7, p.187.
29. H. O. Bouveng, P. Solyom, Svensk papperstiding, 1973, v.75, p.26-29.

30. C. C. Walden, T. E. Howard, *Tappi*, 1977, v. 60, p. 122-125.
31. B. Holmbom, *Paperi ja Puu*, 1980, p. 523-531.
32. J. P. Kutney, E. Dimitriadis, G. M. Hewitt, M. Singh, B. R. Worth, *Helv. Chim. Acta*, 1982, v. 65, p. 661-670.
33. A. O. J. Oikari, T. Nakari, *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 1982, v. 28, p. 266-270.
34. B. Holmbom, R. H. Voss, R. D. Mortimer, A. Wong, *Environ. Sci. Technol.*, 1984, v. 18, p. 333-337.
35. A. O. J. Oikari, J. Niittylä, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 1985, v. 10, p. 159-172.
36. A. Oikari, T. Kunnamo-Ojala, *Aquatic Toxicol.*, 1987, v. 9, p. 327-341.
37. A. O. J. Oikari, *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 1986, v. 36, p. 429-436.
38. B. R. Holmbom, *Studies on the resin acids and chlorinated phenolics in Finnish pulp mill effluents and on their accumulation in fish*, 89-th National AIChE Meeting, Oregon, 1980, report.
39. Правила охраны поверхностных вод от загрязнений сточными водами, "Охрана окружающей среды", справочник, Л., Судостроение, 1978, 560 с.
40. А. М. Бейм, А. Б. Ошаров. Эколого-токсикологические критерии регламентирования метилсернистых соединений в сточных водах сульфат-целлюлозного производства. Обзор. информ., М., ВНИИЭИлеспром, 1984, 36 с. (Охрана окружающей среды, вып. 8)
41. V. Churchville, *Firm Finds 1 Million Dollars for Md. Pollution Violations*, *Washington Post*, August 7, 1986.
42. K. Kringstad, L. Strömberg, *Swedish Forest Research Laboratory, Stockholm. "Environmentally Harmonised Production of Bleached Pulp" Final Report. Stockholm, 1982 (in Swedish)*,

Available for 1000 SEK from IPK, Box 8309, S - 10420, Stockholm, Sweden (цит. по 20).

43. I. Strömdahl, Environmental demands on the Swedish kraft pulp mills, Swedish Pulp and Paper Journal, 1987, p. 43.
44. Я.М. Грушко, "Вредные неорганические соединения в промышленных сточных водах", Л., Химия, 1979, с. 132.

К А Р Т А
технологического уровня Байкальского
целлюлозно-бумажного комбината (БЦБК)

№ п/п	Удельный выброс веществ (кг на тонну целлюлозы)			Коэффициент сопоставления - во сколько раз хуже (лучше) мирового уровня
	Категория, вещество	на БЦБК	На наилучшем производстве аналоге	
I	2	3	4	5
	АЭРОПРОМВЫБРОСЫ			
1.	Хлор	0,01	0,5 (3) ^x	В 2 раза лучше в 10 раз лучше
2.	Двуокись хлора	0,02	0,2 (3) ^x	
	Высоко опасные			
1.	Тяжелые металлы	Нет данных		
	Опасные			
1.	Сероводород	4,3		
2.	Метилмеркаптан	0,4		
3.	Диметилсульфид	0,18		
4.	Диметилдисульфид	Нет данных		
5.	Дурнопахнущие производные серы	0,58	0,25 (1) ^x (Швеция, 1975)	В 2 раза хуже
6.	Метанол	0,01		
	Умеренно опасные			
1.	Скипидар	0,21		
	Прочие вредные вещества			
1.	Окислы азота (с учетом выбросов от энерг. котлов)	5,66		
2.	Двуокись серы (с учетом выбросов от энерг. котлов)	28,0		

I	2	3	4	5
	Двуокись серы (без учета выбросов от энерг. котлов)	2,3	4,7 (Швеция, 1976) (I) ^X 5,0 Финляндия, 1987	В 2 раза лучше
3.	Окись углерода	4,2		
4.	Пылевые частицы <u>Сточные воды</u> Особо опасные	73,0	1,2 (Швеция, 1976) (I) ^X	В 60 раз хуже
I.	Хлорфенолы			
2.	Хлорлигнин			
	Высоко опасные			
I.	Фенол	0,006		
	Опасные			
I.	Смоляные кислоты (сульфатное мыло, талловое масло)	0,1		
2.	Метилмеркаптан	0,001		
3.	Диметилсульфид	0,0004		
4.	Диметилдисульфид	следы		
5.	Метанол	0,2		
	Умеренно опасные			
I.	БПК ₅	0,6	5,0 (I) ^X	В 8 раз лучше
2.	ХПК	16,6	35,0 (Швеция, 1987) (35) ^X	В 2 раза лучше
3.	Взвешенные	1,3	2,5 (США, 1977) (2) ^X	В 2 раза лучше
4.	Минеральные	206,3	64,0 (США, 1977) (2) ^X	В 3 раза хуже

I	2	3	4	5
5.	Сульфаты	90,2		
6.	Хлориды	37,0		
7.	Натрий	7,0		
8.	Кальций	1,5		
	Твердые отходы			
	Инертные вещества			
1.	Кора (оковка древесины)	355		
2.	Зола (сжигание угля, коры)	515		
3.	Шлам-лигнин	86		
4.	Шлам-известковый отходы	31		
	Вода			
	Удельное водопотребление	367		
	Удельный сброс сточных вод	359	250	В 1,4 раза хуже

X М.А.Грачев, Т.К.Попова "Влияние производства сульфатной целлюлозы на окружающую среду", Новосибирск, 1987 г.

14. СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА АЭРОПРОМВЫБРОСОВ И ОЧИЩЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

№ пп	Контролируемый показатель	Ед. изм.	Предел. измер.	Методы, приборы и аппаратура для контроля качества аэропромвыбросов и сточных вод		
				БЦБК	СССР	МИР
I	2	3	4	5	6	7
1.	Сточные воды Температура	°C	0-25	логотер Ш-6900		
2.	pH	-	5-8	pH-метр pH-673		
3.	Окисляемость	мгO ₂ /л	5-50	перманганатн.		
4.	Цветность	оХКШ	0-100	КФК-2 (колор)		Проточные колорим.
5.	Щелочность	мг/экв л	-	не опред.		
6.	Азот	мг/л	0-5	объемный метод		Kjeltec 1026 (Tecator; Швеция)
7.	Фосфор	мг/л	0-1	колорим.-КФК-2		Tecator FIA-star Analyser, Швеция)
8.	Кислород	мг/л	0-10	метод Винклера		
9.	БПК ₅	мгO ₂ /л	0-10	инкубационный		
10.	ХПК	мгO ₂ /л	0-100	арбитражный		DANPOS ^x (Дания)
11.	Взвешенные	мг/л	0-50	весовой		OPSA-100 (Япония)
12.	Сухой ост.	мг/л	0-800	весовой		MEK-2 Евроконтроль (Швеция)
13.	Минер. ост.	мг/л	0-700	весовой		
14.	Сероводород	мг/л	0-0,20	отдувка и геоло- метрич.		MATHAK: тип MONOCOLOR

I	2	3	4	5	6	7
15.	Метилмеркаптан	мг/л	0-0,30	-"-	Газовый хро- матограф "Цвет"	ГЖХ
16.	ДМДС	мг/л	0-0,30	-"-	-"-	ГЖХ
17.	Диметилсульфид	мг/л	-	не опред.		ГЖХ
18.	Фенолы	мг/л	0-0,030	Экстракция, КФ0		ГЖХ, ВЭЖХ
19.	Скипидар	мг/л	0-0,30	колориметр, КФК-2		
20.	Сульфатное мыло	мг/л	-	-		
21.	Алюминий	мг/л	0-0,15	колориметр, КФК-2		
22.	Нитраты	мг/л	0-	геон-селект. И-120		
23.	Хлориды	мг/л	0-150	аргентометрическ. титр.		Ионная хроматография
24.	Сульфаты	мг/л	0-350	меркурометрич. КФК-2		
25.	Нитриты	мг/л	0-0,05	колориметрич. КФК-2		(Tecator Ion Analysis) system
26.	Общий фосфор	мг/л	0-	фотометрич. КФК-2		FIA-star Analyser
27.	Аммоний азот	мг/л	0-	ионселективн. И-120		FIA-star Analyser
28.	СПАВ	мг/л	0-	фотометрич. КФК-2		
29.	Нефтепродукты	мг/л	0-	спектрофотометр спектрофотометрич. СФ-46		
30.	Расход свежей воды	м ³ /час	0- 12500м ³ 0-1250 м ³ /час	Расходомер пере- менного перепада		

I	2	3	4	5	6	7
31.	Расход сточных вод	м ³ /час	0-5000 м ³ /час 0-2000 м ³ /час	Расходомер переменного перепада	ГЖХ, ВЭЖХ	Газо-жидкостные "хроматографы" ГЖХ, СЭЖХ
32.	Хлорфенолы	мг/л				
I.	Аэропромвыбросы Пылевые частицы	г/нм ³		весовой метод внутренней фильтрации оборуд. констр. НИИОГаз		PM-4I SICK Лазерный Япония, США Швеция
2.	Сернистый ангидрид	г/нм ³	2x10 ⁻⁴	фотокolorиметрический метод с примен. фуксинформальдегидного р-ва Газоанализатор ГМК-3		ENDA Япония
3.	Окись углерода					
4.	Окислы азота	г/нм ³	0,010-1 г/м ³	фотокolorиметрический метод с прим. сульфаниловой к-ты и -нафтилам.		

I	2	3	4	5	6	7
5.	Сероводород	г/м ³	2x10 ⁻⁶	метод потенциометрического титрования		MONOCOLOR 1N
6.	Метилмеркаптан	г/м ³	5x10 ⁻⁶	р-ром аммиака азотнокислого серебра с исп.сульфид. и хлорид-серебряных электродов		МАИНАК
7.	Диметилсульфид	г/м ³	I-150 г/м ³	Потенциометр, Т-108		ГЖХ с концентрированием пробы
8.	Диметилдисульфид	г/м ³	I-150 г/м ³	Потенциометрическое титрование с прим. платин.электрода и иономера		--"
9.	ClO ₂	г/м ³		Титрометрический метод с взаимод. ClO ₂ с KI в кисл. сред.		
10.	Скипидар	г/м ³	2 г/м ³	Фотоколориметрический метод с фурфуролом		
II.	Аэрозоли щелочи	мг/м ³		Пламенный фотометр "Flaphe-4"		

* Заключены контракты с фирмами на поставку приборов для БЦБК.

"УТВЕРЖДАЮ"

Заместитель министра лесной,
целлюлозно-бумажной и дерево-
обрабатывающей промышленности
СССР

_____ Г.Ф.Пронин
"_____" _____ 1987 г.

М Е Р О П Р И Я Т И Я

на Байкальском ЦБК по сокращению водопотребления, содержания
в очищенных сточных водах минеральных и взвешенных веществ,
скипидара, хлоридов и других ингредиентов

Мероприятие	Состояние вопроса	Ожидаемый эф- фект и резуль- тат	Ориенти- ровочные затраты, тыс. руб.	Исполнители	Год внедре- ния
I	2	3	4	5	6
I. Сокращение расхода свежей воды за счет внедрения следующих мероприятий:					
I.I. Перевод турбин ПТ-50- -90/13 в новый режим работы (с ухудшением вакуума)	Выдано техничес- кое задание Энер- гобумпрому на раз- работку техничес- кой документации	Снижение расхода свежей воды на 50000 м ³ /сутки	200	Энергобумпром Сибгипробум БЦБК	1987 1988 1989

I	2	3	4	5	6
I.2. Сбор избыточной тепловой воды от установок дезодорации дымовых газов СРК-200, установок по обезвреживанию выбросов растворителя плава-100, от блока ремонтных цехов-100, древесно-подготовительного цеха-20, компрессорной станции, смешение ее со свежей механически очищенной водой и подача с температурой 15-20°C потребителям		Снижение расхода свежей воды на 8000 м ³ /сут	750	Сибгипробум БЦБК	1987 1988
2. Снижение сброса загрязнений на внеплощадочные очистные сооружения, в том числе по специфическим загрязнениям и хлоридам					
2.1. Организация замкнутой системы использования оборотных вод в ДЩ	Разработка БЦБК	Сокращение расхода сточных вод с 10000 до 2400 м ³ /сутки,	п.2.1 2.2 1500	БЦБК	1987

I	2	3	4	5	6
2.2. Замена фильтров для очистки коросодержащих вод		взвешенных веществ с 4,6 до 1,5 т/сут		Сибгипробум БЦБК	1987 1987
2.3. Извлечение и сбор скипидара	Выполнение рекомендаций ВНИЛХИ, согласованных ВПОБумпром	Снижение содержания скипидара до норм ЦДК	50	БЦБК	1987
2.4. Провести модернизацию узла конденсации паров вскипания при выдувке массы в варочном цехе	Имеющиеся установки требуют реконструкции	Снижение объема сточных вод с 4800 до 600 м ³ /сут, БПК ₅ с 2,2 до 0,2 т/сут, минеральных веществ с 1,76 до 0,2 т/сут, взвешенных с 0,3 до 0,5 т/сут	600	Сибгипробум ВПОБумпром БЦБК Исходные данные ЦНИЛХИ	1987 1987 1989 1987 1988
2.5. Повышение эффективности промывки небеленой целлюлозы за счет применения деагасителя ЦМС-154А	Разработка БЦБК	Снижение количества упариваемого щелока на 600-1200 м ³ /сут	55	БЦБК	1987

1	2	3	4	5	6
<p>2.6. Увеличение водооборота в цехе сортирования небеленой целлюлозы с использованием стусителей С2-1</p>	<p>Разработка ВНПОбумпром</p>	<p>Снижение количества сточных вод с фильтров ВАКО на 20-50%; итоговое сокращение: сточных вод на 12000+ +36000 м³/сут, взвешенных веществ с 0,9+ +2,7 т/с; БПК₅- 2 т/сут</p>	<p>1800</p>	<p>ВНПОбумпром Сибгипробум ИЦК</p>	<p>1987 1988 1989</p>
<p>2.7. Разделение грязных конденсатов на сильно и слабозагрязненные, замена барометрических конденсаторов на поверхностные, дезодорация сильнозагрязненных конденсатов варочного и выпарного цехов методом ректификации с использованием дезо-</p>	<p>Имеется техническая документация на установку поверхностных конденсаторов</p>	<p>Снижение специфических загрязнений, поступающих на очистные сооружения. Снижение загрязненности конденсатов на 70% и возможность их использования для промывки небе-</p>	<p>700,0</p>	<p>Сибгипробум ИЦК</p>	<p>1988 1990</p>

I	2	3	4	5	6
<p>дориованного конденсата на промывку целлюлозы</p>		<p>ленной целлюлозы. Снижение объема сточных вод с 4800 до 600 м³/сут по варочному цеху с исключением сброса скиндара, БПК₅-I, 5 т/сут. Снижение дурнопахнущих газов.</p>			
<p>2.8. Модернизация СРК-350 с исключением каскадного испарителя и установки концентраторов упаренного щелока</p>		<p>Снижение потерь сульфата за счет улучшения работы электрофильтров, устранения дебаланса в системе регенерации химикатов по соде и нормализации работы цеха каустизации</p>	<p>7000,0</p>	<p>БТЕК</p>	<p>1990</p>

1	2	3	4	5	6
2.8. Завершение работ замкнутой системе удаления в ЦКРИ	Ведется монтаж системы водооборота	Снижение содержания минеральных веществ на очистные сооружения на 5 т/сут и объема сточных вод на 6000 м ³ /сут	70	БЦБК	1987
2.10. Реконструкция узла холодного обогащения с установкой сгустителей С-2Б (Зшт.) и смесителей типа МС	Разработка ВПОбумпрома	Снижение количества белого щелока до 30% объема сточных вод на ступени холодного обогащения на 500-1000 м ³ /сут и количества минеральных веществ на 2-3 т/сут	5000	ВПОбумпром Сибгипробум БЦБК	1987 1988 1990

1	2	3	4	5	6
2.11. Установка смесителей массы типа МС на ступенях хлорирования, щелочения, гипохлоритной отбели и отбели двуокисью хлора на обеих потоках	Разработка ВНПОбумпром	Снижение сброса хлорсодержащих продуктов на 10-15%	1000	ВНПОбумпром Сибгипробум БЦБК	1987 1987 1988
2.12. Частичная замена хлора на двуокись хлора (20%) при хлорировании	Разработка ВНПОбумпром, БЦБК	Снижение содержания хлороорганических соединений на 10%	100	ВНПОбумпром Сибгипробум БЦБК	1987 1987 1988
2.13. Применение ступени окислительного щелочения с применением молекулярного кислорода на двух потоках	Разработка ВНПОбумпром	Снижение расхода двуокиси хлора на 5%	100	ВНПОбумпром Сибгипробум БЦБК	1987 1987 1989
2.14. Внедрение КЮ при средней концентрации массы для отбели вискозной целлюлозы на	Разработка ВНПОбумпром	Снижение сброса хлорсодержащих стоков и загрязнений на 50%	3500	ВНПОбумпром Сибгипробум БЦБК	1987 1988 1990

I	2	3	4	5	6
<p>отечественном оборудовании по схеме КШО Д-Ш/Г-Д-Г-К и строительством кислородной станции</p>					
<p>2.15. Использование кислых остатков от установки двуокиси хлора на разложение сульфатного мыла</p>	<p>Проведены поисковые исследования с положительным результатом</p>	<p>Сокращение сброса минеральных веществ на 7 т/сут</p>	150	БЦБК	1987
<p>2.16. Полировка белого щелока, подаваемого на холодное облагораживание</p>	<p>Приобретены патронные фильтры</p>	<p>Повышение качества целлюлозы по содержанию золы и зольных компонентов</p>	100	БЦБК	1987
<p>2.17. Термообработка отработанного щелока холодного облагораживания</p>	<p>Установка смонтирована. Необходима замена теплообменника и установка РОУ</p>	<p>Повышение качества целлюлозы, облегчение работы цеха каустизации извести</p>	80	БЦБК ВНПОбумпром	1987

I	2	3	4	5	6
2.18. Закрытие дрожжевого цеха, перевод предприятия на паровой предгидролиз	Установка распределителей в варочных котлах	Сокращение сброса на очистные сооружения сточных вод 9500 м ³ /сут; 15,0 т/сутки БПК ₅ 10,6 т/сутки минеральных; 2,7 т/сут взвешенных.	200	ВНПОбумпром БЦБК	1987
3. По очистным сооружениям:					
3.1. Разработка рекомендаций по очистке дренажных вод ЦПО				ВНПОбумпром, БЦБК, Сибгипробум	январь 1987
3.2. Отработка режима обезвоживания осадка со старых карт	Проведены кратковременные опытно-промышленные испытания по совместной обработке осад-	Техническое решение по переработке осадков со старых карт		ВНПОбумпром	I-IV кв. 1987

I	2	3	4	5	6
3.3. Исключить подачу активного ила на узел химической очистки	ков. Показана принципиальная возможность переработки их на существующем оборудовании	Снижение минерализации на 1-2% за счет снижения расхода реагентов на химическую очистку		БЦБК	II кв. 1987
3.4. Ввод в эксплуатацию модифицированной АСУТП очистки сточных вод	Существующая АСУТП "Байкал" физически и морально устарела. Выдана ТЗ на создание новой системы с расширением функций.	Экономия электроэнергии на 10%; Экономия химикатов на 7%; Снижение минерализации на 5%.		ВНПОбумпром Сибгипробум, БЦБК	IV кв. 1989

I	2	3	4	5	6
3.4.1. Восстановить работу автоматической системы дозирования реагентов на химическую очистку	Исходные данные представлены в проекте АСУТП			БЦБК	I кв. 1987

Генеральный директор
ВНПОбумпрома

Иванов А.И.

Директор Сибгипробума

Атаманчуков Н.Н.

Директор Байкальского
ЦБК

Евтушенко Э.Г.

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель министра

Минлесбумпрома СССР

П Л А Н - Г Р А Ф И К

выполнения мероприятий по постановлению ЦК КПСС и Совета
Министров СССР за № 434 от 13.04.87 "Охрана ресурсов бас-
сейна оз. Байкал"

Наименование мероприятий	Стоимость млн. руб.		Исходные данные для проектирования	Оборудование		Техническая документация		Строительство и монтаж в млн. руб.	Всего	Ожидаемый эффект
				проектирование	поставка	ТЭР	РП			
I	2		3	4	5	6	7	8	9	10
	I. ОХРАНА ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ									
Реконструкция мопропуткового скруббера корьевого котла № 6 с установкой газопромывателя щелевого типа.	0,02	0,006	Не требуется	Не требуется	Байкальский ЦБК	Не требуется	Гипрогазоочистка выполнено	Построено		Снижение выбросов пыли - 180
Модернизация корьевого котла № 5 с оснащением автоматизированной системы управления.	4.47	1,2	БЦБК сентябрь 1987 г.	Сибгипробум БЦБК выданы январь 1987 г.	Индустриальное НПО "БЭМэнергомаш" I кв. 1987 г.	Сибгипробум III кв. 1987 г.	Сибгипробум I кв. 1987 г. январь 1988 г.	1,2 в 1988 г.	1,2	пыли = 70 O ₂ - 5

I	2	3	4	5	6	7	8	9	IQ	
Модернизация корьевого котла № 6 с оснащени- ем автоматизи- рованной систе- мы управления	2,2	1,2	Минэнерго маш ЦКТИ Белгородский з-д БКЗ, Бай- кальский ЦБК I кв. 1988 г.	Сибгипро- бум Техусло- вия - 8 кв. 1987 г. НПО БЗМ IY кв. 1988 г.	Мин- энерго КПО БЗМ	Сибгипро- бум II кв. 1988 г.	Сибгипро- бум VI кв. 1988 г.	1,2 в 1990 г.	1,2	пыль - 70 SO ₂ - 5
4. Реконструк- ция энергетиче- ского котла БКЗ-100-100 с оснащением АСУТП № 8	3,5	1,35	БЦБК- 1987 г.	Сибгипро- бум БЦБК январь 1987 г. Инофир- ма	Инофир- ма	Сибгипро- бум III кв. 1987 г.	ВНИИЭнер- гопром Сибгипро- бум I кв. 1988 г.	1,35 в 1988 г.	2,7	пыль - 800 SO ₂ - 100
№ 7,9	4,7	2,7	НПО БЗМ "Энергомаш" Байкаль- ский ЦБК	IY кв. 1987 г.	Минэнер- гомаш	Сибгипро- бум III кв. 1987 г.	Сибгипро- бум II кв. 1988 г.	2,7 в 1989 г.	2,7	пыль - 1600 SO ₂ - 200
№ 10, II	4,7	2,7		I кв. 1988 г.		Сибгипро- бум II кв. 1988 г.		2,7 в 1990 г.	2,7	пыль - 1600 SO ₂ - 200

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
5. Реконструкция электро-фильтров содо-регенерационных котлов СРК-380 № 1	,75	0,380	Инофирма	Сибгипробум Техусловия III кв. 1987 г. Главгазоочистка	Инофирма	Сибгипробум III кв. 1987 г.	Гипрогазоочистка Сибгипробум IV кв. 1987 г.			пыль - 1000
№ 2, 3	1,52	0,75	Главгазоочистка	Главгазоочистка	Главгазоочистка	Сибгипробумпром IV кв. 1987 г.	Главгазоочистка Сибгипробум II кв. 1988 г.	0,750 в 1989 г.	0,750	пыль - 2000
№ 4, 5 в т.ч.	1,52	0,75	КПО БЗМ Байкальский ЦБК I-II кв. 1987 г. 2,3-IV кв. 1987 г. 4,5-II кв. 1988 г.	Главгазоочистка	Главгазоочистка	Сибгипробум III кв. 1988 г.	Гипрогазоочистка Сибгипробум II кв. 1989 г.	0,750 в 1990 г.	0,750	пыль - 2000
6. Модернизация содо-регенерационных котлов с установкой конденсаторов черного щелока:	4,5	1,5	БУБК сентябрь 1987 г.	КПО БЗМ, Инофирма 1987 г.	Инофирма КПО БЗМ I кв. 1988 г.	Сибгипробум III кв. 1987 г.	Сибгипробум IV кв. 1987 г.	1,5	1,5	H ₂ S - 150 SO ₂ - 100 метил-меркаптан-5

I	2		3	4	5	6	7	8	9	10	
№ 2, 3, 4	6,0	4,0	БЦБК- I кв. 1988 г.	Сибгипро- бум Техусло- ния II кв. 1987 г. НПО БЗМ ЦНТИ I кв. 1988 г. I кв. 1989 г.	НПО БЗМ 1988 г.	Сибгипро- бум I кв. 1987 г. IY кв. 1988 г.	Сибгипро- бум II кв. 1988 г. II кв. 1989 г.	2,0 в 1989 г. 2,0 в 1990 г.		H ₂ S - 450 SO ₂ - 300 метил- меркаптан- 15	
7. Комплекс технологических мероприятий по снижению выбросов в атмосферу, согласно утвержд. материалам ЦДВ и ВСВ на 1987-1995 гг.	24,3	13,7	СибНИИЦК ВНПОбумпром, Байкальский ЦБК III кв. 1987 г.	Не требуется	С I кв. 1988 г.	Сибгипро- бум с II кв. 1987 г.	Сибгипро- бум в соответ- ствии с утвержд. сроками материа- лов ЦДВ	1,5 - 1988 г. 2,5 - 1989 г. 2,7 - 1990 г. 2,5 - 1991 г. 3,0 - 1992 г. 1,5 - 1993 г.	13,7	Снижение водопотребле- ния т.м ³ /год	
I. Сокращение водопотребления, содержания в очистных сточных водах минеральных и взвешенных веществ, оксидов хлоридов и других ингредиентов			II. СОКРАЩЕНИЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ ВОДЫ И ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД								

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
В объеме не менее 25,0 млн. м ³ в год, в т.ч.										
I.1. Мероприятия по использованию воды после конденсатора турбины ПТ-60-90/13	0,7	0,4	Энергобумпром Байкальский ЦБК	Серийное	1988 г.	IV кв. 1987 г.	IV кв. 1987 г.	0,4 - 1988 г.	0,4	4320
I.2. Сбор избыточной тепловой воды от блока ремонтных цехов, ДЩ, компрессорной станции и др.	1,35	0,75	ВНПОбумпром Байкальский ЦБК август 1987 г.	Серийное	1988 г.	I кв. 1988 г.	Не требуется I кв. 1988 г.	0,75 - 1988 г.	0,75	28,8
I.3. Организация замкнутой системы использования оборотных вод в ДЩ	2,0	1,5	ВНПОбумпром Байкальский ЦБК август 1987 г.	Серийное	1988 г.	I кв. 1988 г.	Не требуется I кв. 1988 г.	1,5 - 1988 г.	1,5	2100

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.4. Комплекс других технологических мероприятий по сокращению потребления воды и очистка сточных вод	18,4 7,75	ВНПОбумпром Байкальский ЦБК в сроки утвержд. Минлесбумпром от 08.01.87.	Серийное	1988-1990 гг.	Сибгипробум в сроки утвержд. МЛБП мероприятиями 08.01.87	Сибгипробум в сроки утвержд. МЛБП мероприятиями 8.01.87	1,55 - 1987 г. 1,6 - 1988 г. 1,7 - 1989 г. 2,7 - 1990 г.	7,755	6912
2. Печи кипящего слоя или сушки и сжигания осадка и активного ила от очистки сточных вод	15,36 5,44	Выданы	Нестандартизированное оборудование Энергобумпром, Байкальский ЦБК	1988-1990 г.	Не требуется	Разработан в мае 1987г. утвержд. Байкальским ЦБК № 6 7 ЗП от 29.05.87	3,88 - 1988 г.	3,8	
2.1. Первая очередь - две печи "КС"	11,26 3,88	"-"	"-"	"-"	"-"	"-"	"-"		
2.2. Третья резервная печь "КС"	4,1 1,56	"-"	"-"	"-"	"-"	Сибгипробум КС. 1988 г.	1,56 - 1989 г.	1,50	

I	2		3	4	5	6	7	8	9	10
3. Пруд-отстойник очищенных сточных вод - дополнительная секция	1,5	1,3	ВНПОБумпром июнь 1987 г. Байкальский ЦБК акт выбора площадки изыскан. июнь 1987г.	Серийное		Сибгипробум октябрь 1987 г.	Сибгипробум октябрь 1987 г.	1,3 - 1988 г.	1,3	
4. Опытная промышленная установка очистки стоков электрокоагуляцией	0,25	0,20	ИРИОХ выданы	Байкальский ЦБК ИРИОХ	ЦБК	Техдокументация разработана		0,2 - 1988 г.	0,2	
5. АСУТП очистка сточных вод - модификация существующей	0,300	0,50	ВНПОБумпром выданы	Серийное	Поставка ЭВМ по распределению Техуправления Минлесбумпрома -1988г.	Сибгипробум II кв. 1988 г.	Сибгипробум II кв. 1988 г.	0,5 - 1989 г.	0,50	
6. Комплекс сооружений по отведению очистных вод БЦБК в реку Иркут	80,0	64,0	Выданы	Серийное	1987- 1988 г.	Союзгипроводхоз II кв. 1987 г.	Союзгипроводхоз IY кв. 1987 г.	64,0 - 1988 г.	64,0	

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I. Организация санитарно-защитной зоны Байкальского ЦБК	0,5 0,5	Байкальский ЦБК	Не требуется	Не требуется	Не требуется	Сибгипробум IУ кв. 1987 г.	0,5 - 1990 г.	0,5	
Общие расходы на мероприятия по охране воздушной среды	58,9 30,4						6,0 - 1988 г. 8,0 - 1989 г. 9,4 - 1990 г. 2,5 - 1991 г. 3,0 - 1992 г. 1,5 - 1993 г.	30,4	
Общие расходы на мероприятия по сокращению водопотребления	120,4 81,4						1,6 - 1987 г. 73,7 - 1988 г. 3,4 - 1989 г. 2,7 - 1990 г.	81,4	

III. ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Всего расходов	179,1 112,3		1,6 в 1987 г. 12,6 в 1990 г. 1,5 в 1993 г.		79,7 в 1988 г. 2,5 в 1991 г.		11,4 в 1989 г. 3,0 в 1992 г.	112,3	
<p>Начальник ВПО "Союзцеллюлоза"</p> <p>Начальник Управления охраны природы и водопользования</p> <p>Начальник ВО союзлеспроект</p> <p>Директор Байкальского ЦБК</p> <p>Гл. инженер Института Сибгипробум</p>	<p>В.Н. Шиганов</p> <p>К.А. Сизов</p> <p>А.Н. Черновая</p> <p>В.В. Глазырин</p> <p>Ю.В. Гуганяев</p>								

СПИСОК
сокращений, встречающихся в тексте, таблицах
и схемах

- ДПЦ** - древесно-подготовительный цех
- КМ** - котельные котлы
- ОС** - очистные сооружения
- РМЦ** - ремонтно-механический цех
- СВС** - струйно-воздушная сушилка
- СРК** - содорегенерационный котел
- ТЭЦ** - теплоэлектроцентраль
- ХВО** - химическая водоочистка
- ЦБР** - цех белильных растворов
- ЦКРИ** - цех каустизации щелока и регенерации извести
- ЦПО** - цех переработки осадка
- ДЛУ** - дезодорационная установка
- Э/Ф** - электрофильтр
- ФОУ** - флотационно-очистительная установка