

## Положенія.

1) Въ дѣль предупрежденія заразныхъ болѣзней тифа и холеры, физическій способъ очистки питьевой воды до настоящаго времени нужно считать простѣйшимъ и надежнѣйшимъ—въ ряду другихъ способовъ.

2) Врачи частей войскъ, расположенныхъ въ городахъ, должны, совместно съ гражданскими врачами, привлекаться къ практическому рѣшенію вопросовъ общественной санитаріи.

3) Въ виду несомнѣнной пользы умѣреннаго систематическаго упражненія гимнастикой, послѣдняя должна быть соответствующимъ образомъ, подъ наблюденіемъ врача, принимается для лицъ всякаго возраста и пола.

4) Пользованіе кумысомъ въ степныхъ губерніяхъ: Оренбургской, Самарской и Уфимской—нужно считать наилучшимъ средствомъ, восстанавливающимъ силы и здоровье послѣ различныхъ острыхъ и въ теченіи хроническихъ болѣзней.

5) Въ своевременномъ вырыскиваніи антидифтерійной сыворотки въ теченіи дифтеріи нужно видѣть могучее средство въ борьбѣ съ этой формой.

6) Въ настоящее время лазареты частей войскъ должны быть снабжены небольшими лабораторіями съ необходимыми приспособленіями для производства микроскопическихъ и бактериологическихъ изслѣдованій.

Зр

159  
2  
Изъ Гигиенической Лабораторіи Императорскаго Юрьевского  
Университета.

614.9

# Къ вопросу О загрязненіи рѣкъ промышленными и городскими сточными водами.

## Загрязненіе Эмбаха

городскими и фабричными сточными водами города Юрьева  
съ обращеніемъ особеннаго вниманія на вредъ, наносимый  
отбросами рыбамъ.

Диссертация на степень Магистра Фармаціи

А. И. Мелкерта.

ЮРЬЕВЪ.

Типографія Эд. Бергмана, Рыцарская ул. 17.  
1904.

КАФЕДРА ГИСТОЛОГИИ  
1-го Х.М.И.  
1598

Печатано съ разрѣшенія Медицинскаго факультета Императорскаго  
Юрьевскаго Университета.

Г. Юрьевъ, 13 Мая 1904 года.

№ 639.

Деканъ: Чижъ.

Посвящаю моей супругѣ.

## Предисловіе.

Вопросъ о сточныхъ водахъ, особенно сильно интересующій въ теченіе уже нѣсколькихъ десятковъ лѣтъ обширные слои общества въ промышленныхъ государствахъ Западной Европы, у насъ въ Россіи еще до сихъ поръ не обрацалъ на себя достойнаго вниманія и этому совсѣмъ не должно удивляться, если принять во вниманіе то обстоятельство, что Россія еще до самаго послѣдняго времени была государствомъ исключительно земледѣльческимъ. Только быстрое развитіе фабричной и горной промышленности въ Западныхъ и Юго-Восточныхъ губерніяхъ, огромное развитіе торговли и промышленности повсемѣстно въ странѣ создали въ самое послѣднее время условія и положенія, соотвѣтственныя таковымъ за послѣднія тридцать лѣтъ въ Англіи и Германіи, вызвавшія возрастающее загрязненіе общественныхъ проточныхъ водъ, которое въ свое время повлекло за собою энергичный протестъ со стороны многихъ заинтересованныхъ слоевъ общества, въ особенности гигиенистовъ и представителей рыбной промышленности. Быстрое и рациональное рѣшеніе вопроса о сточныхъ водахъ является дѣломъ огромной важности и имѣетъ большое значеніе для всей промышленности, главнымъ же образомъ для рыбной промышленности, которой безцѣльный спускъ промышленной и сточной водъ въ проточныя воды приноситъ существенный вредъ.

Вопросъ о сточныхъ водахъ однако же въ такой степени сложенъ и всестороненъ, что трудно было бы ожидать рѣшенія его въ короткое время. Недостаточно изслѣдовать и

установить причину загрязнения проточных вод; тут играют роль еще и другие факторы, имѣющие чисто практическое значеніе, а именно — какъ и поскольку спускомъ промышленной и сточной водъ въ проточныя воды задѣты различныя интересы. Главнымъ образомъ представители союзной рыбной промышленности безпрерывно жалуются на то, что источникъ ихъ доходовъ постепенно уменьшается и что, вслѣдствіе возрастающаго загрязнения нашихъ проточныхъ водъ фабричными и городскими сточными водами, богатство рыбы въ нашихъ сѣверныхъ водахъ систематически уменьшается. Главнымъ образомъ въ этомъ отношеніи плохо приходится бѣдному населенію, живущему по берегамъ рѣкъ и озеръ, которое рыбной ловлей только и живетъ и которому отъ уничтоженія рыбы приходится сильно страдать. Настоящей работой я и постарался получить съ своей стороны нѣкоторыя данныя по вопросу о загрязненіи рѣкъ хозяйственными и фабричными отбросами и въ особенности указать на вредъ, причиняемый нѣкоторыми сточными водами рыбной промышленности.

Работа распадается на двѣ части: въ первой части я постарался экспериментальнымъ путемъ доказать вредное вліяніе нѣкоторыхъ фабричныхъ, равно какъ и нашихъ городскихъ, сточныхъ водъ на рыбу, во второй же части рядомъ анализомъ постарался установить степень загрязнения Эмбаха приблизительно ко времени середины лѣта при низкомъ уровнѣ воды, причемъ пробы были взяты изъ многочисленныхъ мѣстъ Эмбаха, какъ выше, такъ и ниже города, а также на всемъ его теченіи черезъ самый городъ. Самую трудную часть работы составляетъ первая часть, такъ какъ далеко не легкая задача перевести рыбу изъ свѣжей проточной воды въ аквариумъ съ водой стоячей, имѣющей къ тому же существенно иной составъ (водопроводная вода), и содержать ихъ тамъ живыми при измѣненныхъ условіяхъ, необычномъ питаніи, въ тѣсномъ пространствѣ (иногда до 70 штукъ въ одномъ аквариумѣ), по цѣлымъ мѣсяцамъ. Во всякомъ случаѣ много труда и стараній пришлось употребить на то, чтобы приучить ихъ постепенно къ чужой для нихъ обстановкѣ. Не говорю уже о другихъ затрудненіяхъ, ибо мои опыты въ большин-

ствѣ случаевъ были опытами продолжительными, тянувшимися обыкновенно по 14 дней; само собой разумѣется, что при такихъ опытахъ требовалось непрерывное наблюденіе и тщательный контроль.

Здѣсь я воспользуюсь случаемъ, чтобы принести профессору Хлопину, нашему многоуважаемому учителю, мою сердечную благодарность за предложенную тему и за то вниманіе, съ которымъ онъ относился къ моей работѣ, за его постоянное руководство и указанія при работѣ, а также главнымъ образомъ за его любезную предупредительность и радужную готовность представить фармацевтамъ мѣсто для работы въ гигиенической лабораторіи Императорскаго Юрьевскаго Университета.

## Введеніе.

Съ древнѣйшихъ временъ народы, при отысканіи новыхъ мѣстъ для поселенія, при своихъ странствованіяхъ слѣдовали теченію рѣкъ, такъ какъ послѣднія часто являлись при непроходимыхъ лѣсахъ, безконечныхъ болотахъ и топячь единственными путями сообщенія, и въ большинствѣ случаевъ таковыми, конечно, являлись большія судоходныя рѣки, на берегахъ которыхъ они и основывали свои постоянныя жилища. Первоначально при этомъ ими могло руководить та мысль, что въ рѣкѣ они будутъ имѣть неизсякаемый источникъ для снабженія ихъ водою, на второмъ планѣ могло стоять сознаніе, что здѣсь они, кромѣ того, могутъ имѣть подъ рукою въ своемъ распоряженіи удобный путь сообщенія, и только, очевидно, впоследствии, въ болѣе позднее время, когда мѣста ихъ осѣлости все болѣе и болѣе разрастались и наконецъ превращались въ многолюдные города, они понимали то значеніе, которое имѣла для нихъ рѣка въ гигиеническомъ отношеніи, для удаленія грязи и отбросовъ, составляющихъ часто въ многолюдныхъ городахъ много сотенъ тысячъ кубическихъ метровъ, и которые въ томъ случаѣ, если бы они оставались на мѣстѣ, въ короткое время превратили бы самую здоровую мѣстность въ очагъ заразы. Въ скоромъ затѣмъ времени теченіе рѣки оказывалось самымъ удобнымъ и простымъ путемъ для удаленія грязевыхъ массъ.

Въ большихъ городахъ древности съ миллионнымъ населеніемъ находятъ еще и теперь остатки грандіозныхъ сооружений, служившихъ для канализаціи, развалины которыхъ

и по сіе время вызываютъ въ насъ справедливое удивленіе. Прежде всего слѣдуетъ упомянуть главную клоаку съ узкими сводами въ городѣ Саргона въ которую со всѣхъ сторонъ вливалась цѣлая система сточныхъ каналовъ, сама же клоака въ свою очередь впадала въ ближайшую рѣку и такимъ образомъ изливала сюда свое содержимое<sup>1)</sup>. Резиденція Ассурнасірпала, по изслѣдованіямъ L a u r d'a, имѣла подобныя же сооруженія, а отъ ассирійцевъ и вавилонянъ, искусство канализировать свои города заимствовали греки и затѣмъ уже римляне, и Сіоаса тахіма въ Римѣ, черезъ которую въ 60 году по Р. Хр. ежедневно въ теченіе 24 часовъ протекало 600—700 тыс. куб. метр. воды и наистарѣйшей частью которой — отъ форума до Тибра — пользуются и по сіе время, можетъ быть упомянута какъ грандіозный памятникъ древней культуры<sup>2)</sup>. Всѣ эти сооруженія ясно доказываютъ, что и въ древнія времена находилъ примѣненіе спускъ отбросовъ въ рѣчное русло посредствомъ подземныхъ проводящихъ каналовъ или открытыхъ сточныхъ каналовъ — и вотъ въ теченіе тысячелѣтій въ этомъ направленіи большихъ перемѣнъ не замѣтно; наши современные города съ миллионнымъ населеніемъ — Лондонъ и Парижъ, да и всѣ остальные еще до самаго послѣдняго времени придерживались той же самой системы удаленія нечистотъ; спускъ ихъ въ проточныя воды все еще, какъ и раньше, оставался самымъ дешевымъ и простымъ способомъ.

Времена и обстоятельства, однакоже, перемѣнились, вѣкъ промышленности создалъ новыя условія; то, что сто лѣтъ тому назадъ было еще безпрепятственно допускаемо, въ настоящее время является уже неумѣстнымъ.

Быстрое развитіе промышленности, привлекшее миллионы рабочихъ изъ деревни въ города, приведшее въ результатъ къ избытку населенія въ послѣднихъ, тысячи фабрикъ, работающихъ непрерывно день и ночь и выбрасывающихъ въ рѣки несмѣтныя количества различнаго рода нечистотъ и

1) Nielsen. Die Strassenhygiene des Altertums. Arch. f. Hygiene 1902. Heft 2.

2) Th. Weyl. Handbuch der Hygiene II, pag. 2.

отбросовъ, которыя непрерывно загрязняютъ проточную воду рѣкъ, — все это привело къ ненормальному положенію. Рѣки, первоначальное назначеніе которыхъ было снабжать населеніе чистой водой, превратились въ грязные каналы, переполненные промышленными отбросами, фекальными массами и всевозможнаго рода нечистотами, мутныя и зловонныя волны которыхъ протекаютъ мимо стѣнъ городовъ.

Все болѣе и болѣе накапливаются жалобы со стороны населенія на загрязненіе и занесеніе иломъ проточныхъ водъ, такъ что во многихъ случаяхъ оказывается необходимымъ вмѣшательство законодательства. Фабриканты и представители рыбной промышленности пришли другъ съ другомъ въ столкновеніе; къ этому присоединилось то обстоятельство, что отдѣльныя отрасли промышленности, какъ напримѣръ кожевенныя заводы, пивоваренныя и другіе, сильно стали страдать отъ сточныхъ водъ прочихъ большихъ фабрикъ, которыя до такой степени загрязняли рѣчную воду, что она сдѣлалась совершенно непригодной для потребленія первыми въ ихъ промышленныхъ цѣляхъ.

Все это, вмѣстѣ взятое, привело наконецъ къ такъ называемому вопросу о сточныхъ водахъ, вопросу всецѣло и въ высшей степени заинтересовавшему за послѣдніе годы всѣхъ гигиенистовъ. Если всѣ и согласны были въ томъ пунктѣ, что санитарные интересы населенія должны быть поставлены на первомъ планѣ, то не могли притти къ такому же единодушному соглашенію въ вопросѣ, въ какихъ предѣлахъ можетъ быть допустимъ спускъ сточныхъ водъ въ проточныя воды.

Между тѣмъ какъ Snow, Budd и Koch<sup>1)</sup> установили теорію питьевой воды, согласно которой вода рѣкъ, при спускѣ въ нее сточныхъ водъ, легко можетъ быть причиной возникновенія эпидемій среди населенія, — Pettenkofer<sup>2)</sup> и его ученики выступили прямыми противниками этой теоріи, причѣмъ они совершенно отрицали послѣднее и считали, при доста-

1) Th. Weyl. Handbuch der Hygiene. Bd. II, pag. 380.

2) v. Pettenkofer. Zur Selbstreinigung der Flüsse. Arch. f. Hygiene. Bd. 12. 1891, pag. 271.

точномъ разведеніи сточныхъ водъ рѣчной водой, всякую опасность исключенной. Дѣло еще болѣе осложнилось, когда пришлось рѣшить вопросъ, не лучше ли совершенно пожертвовать земледѣльческими интересами въ пользу таковыхъ промышленности, или же необходимо удѣлить и первымъ должное вниманіе. Мы должны строго разграничить два рода загрязненія воды; — во-первыхъ промышленными отбросами и во-вторыхъ сточными водами городскихъ сточныхъ канальцевъ, въ каковыя, разсуждая строго, не должны бы быть спускаемы фабричныя сточныя воды. Уличныя трубы должны быть проводниками въ рѣчную воду только для хозяйственныхъ сточныхъ водъ, при существованіи же канализаціи еще и для кала и мочи. Многія лица, приписывавшія всю вину исключительно промышленнымъ сточнымъ водамъ, совершенно упускали изъ виду то обстоятельство, что и хозяйственныя сточныя воды не совсѣмъ ужь непричастны къ загрязненію проточныхъ водъ; лица же заинтересованныя въ промышленности, напротивъ, сваливали всю вину на городскія хозяйственныя сточныя воды, какъ содержащія по преимуществу органическія вещества.

Во всякомъ случаѣ рѣка не должна служить въ качествѣ сточнаго канала для промышленности, это установлено, не смотря на то, что при этомъ могла бы пострадать промышленность и теорія Pettenkofer'a, которую очень удобно можно бы примѣнить къ Isar'y съ большимъ наклономъ, однакоже въ другихъ городахъ, въ которыхъ на основаніи теоріи Pettenkofer'a былъ разрѣшенъ спускъ сточныхъ водъ въ рѣку, обстоятельство это причинило много бѣдъ. Рѣчная вода не должна быть лишена въ пользу развитія промышленности первоначальнаго своего назначенія, — какъ источника для снабженія населенія чистой водой, и санитарный интересъ населенія долженъ имѣть въ этомъ вопросѣ главное значеніе. Рѣчная вода должна быть сохраняема въ чистомъ видѣ для городского населенія для хозяйственныхъ надобностей, а также для устройства общественныхъ рѣчныхъ купаленъ, и только уже на второмъ планѣ должны быть поставлены промышленныя и земледѣльческія интересы. Чисто эстетическій протестъ, который возбуждаетъ рѣка,

переполненная фекальными массами и нечистотами, при этом не принять даже въ расчетъ, хотя и этому необходимо удѣлать должное вниманіе, такъ какъ крайне противно пользоваться для мытья и купанія въ высшей степени грязной водой.

## I.

## Литературная часть.

## Глава I.

## Вредъ сточныхъ водъ въ гигиеническомъ и промышленномъ отношеніяхъ.

По Вейлю<sup>1)</sup> опасности, возникающія вслѣдствіе загрязненія рѣчной воды, можно группировать слѣдующимъ образомъ: 1) Распространеніе болѣзней среди людей. 2) Вредъ наносимый промышленности. 3) Вредъ причиняемый землѣдѣлію. 4) Вредъ для рыбной промышленности.

Что касается перваго пункта, соотвѣтственно которому загрязненная вода можетъ легко сдѣлаться носителемъ инфекціонныхъ зародышей, то этотъ взглядъ еще въ 18 и 19 столѣтіяхъ подтверждался эпидемиологическими наблюденіями, а изслѣдованія послѣднихъ лѣтъ настоящаго 20 столѣтія на почвѣ микроскопически бактериологической представили уже ясныя доказательства того, что передача эпидемическихъ и инфекціонныхъ заболѣваній на людей является возможной при посредствѣ загрязненной воды. Яйца кишечныхъ паразитовъ переносятся на людей именно такимъ путемъ; несомнѣнно это также и для возбудителей слѣдующихъ болѣзней: *Vibrio cholerae*, *Proteus fluorescens*, *Bacterium Typhi*.

J. v. Fodor<sup>2)</sup> на основаніи своихъ изслѣдованій приходитъ къ слѣдующему заключенію: „такъ какъ химически загрязненная вода въ большинствѣ случаевъ имѣетъ хотя и „слабую инфекціонную силу, однако изъ этого слѣдуетъ, что

1) Th. Weyl. Handbuch der Hygiene. Bd. II, pag. 379—381.

2) J. König. Verunreinigung der Gewässer. Bd. I, pag. 76.

„загрязненная вода такимъ образомъ можетъ оказывать вредное вліяніе на общее состояніе здоровья у отдѣльныхъ лицъ. Вліяніе загрязненной воды должно быть понимаемо такимъ образомъ, что она вызываетъ слабую путридную инфекцію и вызываетъ ее постоянно, такъ что здоровье и сила сопротивленія организма подрывается и благодаря этому у него является предрасположеніе къ тифу, холерѣ, энтериту и т. д.; такимъ образомъ снабженіе населенія чистой питьевой водой, не является вопросомъ исключительно этическимъ, но есть дѣйствительная потребность для здоровья“.

Emmerich<sup>1)</sup> напротивъ держится совершенно обратнаго взгляда; у животныхъ, которымъ онъ вспрыскивалъ подкожно мюнхенскую городскую сточную воду, разведенную чистой водой, онъ не могъ констатировать вреднаго вліянія на здоровье. Профессоръ Emmerich пилъ затѣмъ въ теченіе 14 дней подрядъ сточную воду Мюнхенскаго дворцоваго канала и больничнаго ручейка, которая по виду и по химическому анализу была сильно загрязнена: ежедневно онъ выпивалъ такимъ образомъ  $\frac{1}{2}$ —1 литра, безъ какого либо вреда для здоровья. Онъ повторилъ опытъ во второй разъ на самомъ себѣ, а также еще на двухъ пациентахъ, всѣ трое страдали растройствомъ пищеварительныхъ органовъ, проф. Emmerich даже сильнѣйшимъ гастроэнтеритомъ, — ухудшеніе состоянія не наступило.

v. Nägeli<sup>2)</sup>, по теоріи котораго вообще не существуетъ специфическихъ дробянокъ (бактерій), слѣдовательно не существуетъ и специфическихъ возбудителей болѣзней, Wernich<sup>3)</sup>, Möller-Gröbersdorf<sup>4)</sup> категорически отрицаютъ передачу инфекціонныхъ заболѣваній при посредствѣ рѣчной воды, по той же самой причинѣ. Gaffky<sup>5)</sup> и

1) J. König. Verunreinigung der Gewässer. Bd. I, pag. 75.

2) Mittheilungen aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte. Bd. I, 1881, pag. 116 и pag. 81.

3) Ibid pag. 82.

4) J. König. Verunreinigung der Gewässer. Bd. I, pag. 79.

5) Mittheilungen aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte. Bd. I, pag. 121.

Koch<sup>1)</sup> безусловно принимаютъ сторону противниковъ теоріи Nägeli и его учениковъ, Gaffky выводы своихъ изслѣдованій резюмируетъ въ слѣдующихъ словахъ: „Переходъ морфологически различныхъ дробянокъ (бактерій) другъ въ друга до сихъ поръ остается теоріей. Приведенныя въ ея пользу экспериментальныя доказательства, по объективному изслѣдованію оказались несостоятельными“.

König<sup>2)</sup> приходитъ къ слѣдующему заключительному выводу: „Вода, при вливаніи въ нее сточныхъ водъ изъ жилищъ людей, можетъ содержать въ себѣ яйца паразитовъ, а также патогенныя бактеріи; черезъ раны, поврежденія слизистыхъ оболочекъ при жеваніи, или при дѣйствіи на пищеварительный трактъ, или послѣ употребленія воды для полосканія, мытья, при купаніи и т. д., онѣ могутъ попадать въ организмъ и вызывать тамъ заболѣванія“.

Uffelmann<sup>3)</sup> говоритъ: „Возможно, что неразложимыя органическія вещества могутъ послужить поводомъ, извѣстныя же водные микропаразиты уже несомнѣнно служатъ таковыми къ заболѣваніямъ; органическія вещества, если онѣ выдѣлительнаго происхожденія, могутъ вызвать энтеритъ.“

По его мнѣнію всегда подозрительна вода, содержащая вещества, указывающія на примѣсъ гниlostныхъ массъ животнаго происхожденія, также когда она богата органическими веществами, содержитъ много хлористыхъ соединеній, амміака, нитритовъ и нитратовъ, а также въ томъ случаѣ въ особенности, если она содержитъ фосфорную кислоту.

Какъ ни противорѣчивы взгляды на этотъ вопросъ, какъ ни трудно притти къ окончательному выводу, во всякомъ случаѣ долженъ быть твердо установленъ тотъ фактъ, что пока не будетъ доказано, что возбудители болѣзней теряютъ совершенно въ рѣчной водѣ свою патогенность, до тѣхъ поръ въ интересахъ санитаріи спускъ въ рѣку городскихъ нечистотъ въ предѣлахъ города не долженъ быть допускаемъ,

1) R. Koch. „Zur Untersuchung von pathogenen Organismen.“ Mittheilungen aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte. Bd. I, pag. 31.

2) J. König. Verunreinigung der Gewässer. Bd. I, pag. 80.

3) Uffelmann. Handbuch der Hygiene, pag. 83 и 86.



такъ какъ благодаря этому крайне легко можетъ быть данъ поводъ къ возникновенію инфекции, въ особенности въ городахъ, лишенныхъ водопроводовъ. Какъ ни велико можетъ быть загрязненіе городскими сточными водами, обыкновенно одна-кожъ оно не даетъ повода къ постояннымъ жалобамъ и не такъ ужъ непрерывно занимаетъ собою санитарный надзоръ, напротивъ спускъ промышленныхъ сточныхъ водъ въ проточную воду является вѣчнымъ зломъ для жителей; причина очевидно заключается въ томъ, что во-первыхъ загрязняющія сточныя воды фабрикъ, въ особенности въ большихъ промышленностяхъ, вливаются въ проточную воду въ огромныхъ массахъ, а во-вторыхъ, и въ томъ, что наши органы чувствъ особенно чувствительны къ загрязнениямъ послѣдняго рода.

Яркій примѣръ подобнаго рода представляетъ намъ загрязненіе Werg'ы при Herford'ѣ, которая спускомъ въ нее сточныхъ водъ съ правительственной крахмальной фабрики въ Saizuffen'ѣ — 9 километровъ выше Herford'a — въ 1885 году была до такой степени загрязнена, что жители до послѣдней крайности были обезпечены зловоніемъ, исходящимъ изъ отлагавшихся по берегамъ иловыхъ массъ. Для купанія и для поенія скота вода Werg'ы вообще больше уже не годилась<sup>1)</sup>. Само собой разумѣется, что съ точки зрѣнія гигиены недопустимо, чтобы сады, публичныя мѣста, а тѣмъ болѣе жилища, были настолько заражены, что пребываніе въ нихъ становилось бы немислимымъ.

Weyl<sup>2)</sup> говоритъ въ своемъ сочиненіи, что у прибрежныхъ жителей загрязненныхъ рѣкъ легко наступаютъ нарушенія здоровья и самочувствія, въ томъ случаѣ, если рѣки эти издаютъ запахъ амміака, сѣроводорода, сѣрнистой кислоты или если онѣ издаютъ гнилостный запахъ разлагающихся веществъ; страдаетъ при этомъ аппетитъ, а въ легкія при каждомъ вдыханіи попадаютъ вредныя постороннія вещества.

Во всякомъ случаѣ въ санитарныхъ интересахъ населенія долженъ быть воспрещенъ спускъ слѣдующихъ сточныхъ

водъ въ рѣчную воду: во-первыхъ такихъ, которыя вслѣдствіе высокаго содержанія въ нихъ минеральныхъ ядовъ, какъ то мышьяка, мѣднаго купороса и т. п., вызываютъ токсическія явленія, затѣмъ сточныхъ водъ богатыхъ сѣроводородомъ, сѣрнистой кислотой, хлоромъ и амміакомъ, далѣе фабричныхъ сточныхъ водъ, которыя, благодаря высокому содержанію въ нихъ органическихъ веществъ, вызываютъ занесеніе береговъ иломъ, въ которомъ застаиваніе, теплота или какія либо иныя благоприятныя условія вызываютъ гніеніе и процессы броженія.

По F. Fischer<sup>3)</sup> могутъ однако-же передаваться сточными водами различныхъ промышленныхъ предприятий проточнымъ водамъ и инфекціонныя вещества, такъ напримѣръ коженными заводами, бумажными фабриками, бойнями и прачешными заведеніями, хотя здѣсь опасность является и менѣе сильно выраженной, чѣмъ при спускѣ хозяйственныхъ сточныхъ водъ.

Гораздо чувствительнѣе вредъ отъ спуска промышленныхъ сточныхъ водъ въ проточную воду отзывается на самой же промышленности, такъ какъ вода при этомъ часто пріобрѣтаетъ такія свойства, благодаря которымъ она безъ предварительной очистки не можетъ быть употребляема для многихъ промышленныхъ отраслей.

По Weyl'ю<sup>2)</sup> прачешныя заведенія, фабрики для изготовленія фотографическихъ пластинокъ, пивоваренныя заводы не могутъ пользоваться сильно загрязненной водой.

W. Eitner<sup>3)</sup> неоднократно замѣчалъ, что коженныя заводы, пользующіеся водой изъ источниковъ, на берегахъ которыхъ, выше коженныхъ заводовъ, находятся пивоваренныя, водочныя заводы или фабрики прессованныхъ дрожжей, спускающіе свои сточныя воды въ эти источники, сильно отъ этого страдаютъ. Fischer<sup>4)</sup> причисляетъ сточныя воды

1) H. Benedict. Die Abwässer der Fabriken. Bd. I, pag. 291. (Sammlung chemischer u. chemisch-technischer Vorträge).

2) Th. Weyl. „Handbuch der Hygiene“. Bd. II, pag. 381.

3) F. Fischer. „Das Wasser“. Berlin Verlag Springer 1902.

4) Ibid.

1) Renk. Gutachten, betreffend die Verunreinigung der Werre bei Herford. Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte Bd. 5, pag. 209.

2) Th. Weyl. Handbuch der Hygiene. 1893. Bd. I, pag. 381.

фабрикъ прессованных (сухих) дрожжей также къ крайне вреднымъ для находящихся ниже по теченію рѣки кожевенныхъ заводовъ. Пивоваренные заводы, сахарныя и крахмальныя фабрики требуютъ для промышленности своихъ цѣлей по König'y также чистую, прозрачную воду, насыщенную же органическими веществами вода можетъ легко повести къ самымъ неприятнымъ для промышленности послѣдствіямъ. Красильные заводы также требуютъ воду по возможности чистую. Въ интересахъ самой же промышленности было бы желательно прекратить наконецъ беззащитный спускъ сточныхъ водъ, въ особенности въ небольшія проточныя воды, ведущій часто къ окончательному загрязненію ихъ. На это, конечно, могутъ возразить, что существуютъ различнѣйшіе способы очистки воды, но согласно отзывамъ лицъ вполне авторитетныхъ, каждый способъ очистки даетъ только самому избрѣтателю тотъ результатъ, котораго онъ отъ него ожидаетъ.

König<sup>1)</sup> говоритъ: „при употребленіи химическихъ веществъ для очищенія грязной воды результатъ въ большинствѣ случаевъ сомнителенъ, такъ какъ количество прибавленныхъ веществъ должно въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ соотвѣтствовать качеству воды, подлежащей очисткѣ. „Если химическихъ вещества будутъ прибавлены въ недостаточномъ количествѣ, то очистительное или стерилизующее дѣйствіе въ большей или меньшей степени не достигнетъ цѣли, если же будетъ прибавленъ избытокъ веществъ, то вода снова сдѣлается негодной для употребленія“. Weyl<sup>2)</sup> говоритъ: „впрочемъ до очевидности ясно для всѣхъ, что очищеніе промышленныхъ сточныхъ водъ въ большинствѣ случаевъ предпринимается лишь тогда, когда ожидается прибытіе фабричнаго инспектора“. Изъ этого легко видѣть, какъ мало гарантій представляетъ намъ очищеніе сточныхъ водъ, — и только совершенное обезвреживаніе сточныхъ водъ уничтоженіемъ ихъ или проведеніе на поля, съ цѣлью почвоорошенія, могутъ рационально устранить систематически раз-

растающее загрязненіе нашихъ проточныхъ водъ. Въ пользу проведенія сточныхъ водъ на поля говорить также и то обстоятельство, что всѣ онѣ, будучи богатыми содержаніемъ органическихъ веществъ, могутъ послужить прекраснымъ матеріаломъ для удобренія при землѣдѣліи. Если землѣдѣліе косвеннымъ образомъ получаетъ вредъ отъ спуска въ воду веществъ, имѣющихъ для удобренія полей высокую цѣну, то прямой вредъ, причиняемый землѣдѣльцамъ загрязненными проточными водами, не долженъ быть оцѣненъ столь же низко. Главнымъ образомъ страдаетъ отъ этого, молочное хозяйство. По König'y<sup>1)</sup> нечистая вода, употребляемая для прополаскиванія чановъ, посуды, можетъ вызвать образованіе въ молокѣ нитей или слизи, прогорклость въ маслѣ или неправильное скисаніе сливокъ.

Скотоводство и рыбководство не въ меньшей мѣрѣ нуждаются въ водѣ, свободной отъ постороннихъ примѣсей. Особенно сильно пострадала отъ возрастающаго загрязненія водъ рыбная промышленность, и если это будетъ прогрессировать въ томъ же направленіи и законодательство не приметъ ее въ самомъ непродолжительномъ времени подъ свою защиту, то наибогатѣйшія воды нашей родины въ самое короткое время совершенно опустѣютъ, и рыбныя богатства, которыя въ прежнее время повсюду встрѣчались въ сѣверныхъ водахъ вскорѣ обратятся въ одно лишь воспоминаніе. Такъ какъ предстоящая работа посвящена именно этому вопросу, то я собралъ литературу, касающуюся этого вопроса, насколько она была мнѣ доступна, въ слѣдующихъ главахъ.

1) J. König. Bd. I, pag. 97.

1) J. König. Die Verunreinigung der Gewässer. Bd. I, pag. 194.

2) Th. Weyl. Handbuch der Hygiene. Bd. II, pag. 419.

## Глава II.

### Вредъ наносимый сточными водами рыбной промышленности.

Главными качествами воды, служащей для пребывания рыбы, должны являться прозрачность и чистота. Богатая грязными веществами вода может скоро сдѣлать пребываніе въ ней рыбамъ невозможнымъ; хотя и имѣются отдѣльные роды рыбъ, способныхъ продолжать свое существованіе въ загрязненной водѣ, однако все таки постоянное загрязненіе и занесеніе иломъ проточныхъ водъ ведетъ постепенно къ вымиранію какъ разъ лучшихъ родовъ рыбъ.

Въ качествѣ примѣра могутъ послужить рѣки Скандинавіи <sup>1)</sup>. Въ рѣкѣ Voxna въ Швеціи въ 40-хъ годахъ было уловлено 2400—4000 Kilo угрей, между тѣмъ какъ въ настоящее время рыбный уловъ тамъ уменьшился до такой степени, что населеніе больше уже и не занимается этимъ промысломъ. Уловъ семги, который давалъ въ былыя времена прибыльный доходъ, въ настоящее время почти совершенно отсутствуетъ. У насъ въ Россіи <sup>2)</sup> со всѣхъ сторонъ раздаются жалобы на упадокъ рыболовства, такъ напр. въ Финляндіи, также въ волжскомъ районѣ, гдѣ въ 80 годахъ большія фирмы рыболовства жаловались на большіе убытки, причиняемые рыбопромышленности утечкой нефти изъ нефтяныхъ барокъ. Во всѣхъ этихъ случаяхъ вся вина падаетъ исключительно на промышленность. Сточные воды фабрикъ своимъ дѣйствіемъ могутъ причинять вредъ двумя способами. Во-первыхъ сточные воды могутъ содержать въ себѣ вещества, дѣйствующіе

прямо и непосредственно вреднымъ образомъ нѣкоторыми изъ своихъ составныхъ частей, какъ напримѣръ газовая вода, которая уже сама по себѣ дѣйствуетъ ядовито, или же такимъ образомъ, что только продукты превращеній оказываются вредными для рыбы, какъ это замѣчается у сточныхъ водъ, богатыхъ органическими веществами. Кромѣ этого прямого дѣйствія сточныхъ водъ существуетъ еще и косвенное, возникающее тѣмъ путемъ, что извѣстныя сточныя воды въ состояніи измѣнять флору и низшую фауну рѣкъ въ такомъ направленіи, что рыбы оказываются лишенными средствъ къ существованію и постепенно исчезаютъ изъ водъ.

По Weyl <sup>1)</sup> въ прежніе годы Темза до устья была богата рыбой, съ тѣхъ поръ однако, какъ сточныя воды Съвернаго Лондона при Баркингѣ нашли доступъ въ Темзу, рыбная ловля въ этой мѣстности совершенно прекратилась, такъ какъ она больше уже не приноситъ дохода. Въ Шпре у Берлина часто замѣчалось вымираніе рыбъ. Malmgren <sup>2)</sup> сообщаетъ о вредѣ, понесенномъ рыбной промышленностью въ Швеціи, который онъ приписываетъ отпаденію коры при сплавѣ лѣса.

Hofe <sup>3)</sup> причину значительнаго вымиранія рыбы въ рѣкѣ „Ach“ видитъ въ осаждающемся илѣ съ содержаніемъ окиси желѣза, происходящемъ изъ находившихся въ сточныхъ водахъ желѣзныхъ соединеній фабрики желѣзной посуды. Онъ полагаетъ, что илъ содержащій окись желѣза, осаждается на жабрахъ, дѣлаетъ процессъ дыханія невозможнымъ и такимъ образомъ вызываетъ смерть отъ удушья.

v. Mojsisovics <sup>4)</sup> въ Грацѣ сообщаетъ о вредномъ дѣйствіи мелкихъ массъ древесной бумаги, которая загрязняла „Uebelbach“ и вызвала такимъ образомъ вымираніе форелей. v. Siebold <sup>5)</sup> въ Мюнхенѣ имѣлъ въ своей коллекціи рыбъ, у которыхъ глаза были совершенно разрушены

1) Th. Weyl. Handbuch der Hygiene. Bd. II, pag. 382.

2) J. König. „Verunreinigung der Gewässer.“ Bd. I, pag. 93.

3) „Allgemeine Fischereizeitung“ 1894, цитир. по J. König pag. 92.

4) Ibid. pag. 90.

5) J. König. „Verunreinigung der Gewässer.“ Bd. I, pag. 83.

1) J. König. „Verunreinigung der Gewässer“. Bd. I, pag. 93.

2) Г. В. Хлопинъ. „Загрязненіе проточн. водъ“ стр. 38. 1902. 2-ое изд.

механическимъ воздѣйствіемъ микроскопическихъ кварцевыхъ зернышекъ. Рыбы были взяты изъ садка, черезъ который протекала вода, загрязненная кварцъ содержащимъ иломъ. L. Grandea<sup>1)</sup> производилъ анализъ воды рѣки „Seille“ до и послѣ принятія сточныхъ водъ изъ соловареннаго завода и химической фабрики „Dieuze“, и констатировалъ послѣ неоднократныхъ опытовъ съ рыбами вредность для послѣднихъ принимаемыхъ при этомъ въ расчетъ составныхъ частей. Г. В. Хлопинъ и А. Ф. Никитинъ<sup>2)</sup> своими опытами доказали что нефть является смертельнымъ ядомъ не только для молодого приплода, но и для вполне выросшихъ рыбъ, и указали на громадный вредъ, нанесенный волжскому рыболовству загрязненіемъ воды остатками нефти. Leuckart<sup>3)</sup> указываетъ на загрязненіе рѣки Innerste, при Hildesheim'ѣ отбросами съ горнаго завода, достигшее такой степени, что растенія и рыбы задерживались въ своемъ развитіи и погибали.

Kämmerer<sup>4)</sup> сообщаетъ о загрязненіи Pegnitz'a и Regnitz'a, которое имѣло послѣдствіемъ вымирание рыбъ сотнями; загрязненіе произошло вслѣдствіе спуска воды, запруженной въ газомѣ городского газоваго завода. Массы умершихъ рыбъ были наблюдаемы также въ Bamberg'ѣ и Würzburg'ѣ на Майнѣ. Всѣ они гибли отъ дѣйствія сточной воды и плыли сотнями внизъ по теченію рѣки на поверхности воды.

Еще болѣе важное значеніе, чѣмъ прямое воздѣйствіе вредныхъ составныхъ частей сточныхъ водъ на рыбу, будетъ имѣть измѣненіе для нихъ условій существованія, которое находитъ мѣсто при постоянномъ загрязненіи проточныхъ водъ. Благодаря осажденію органическихъ, въ особенности же неорганическихъ примѣсей, происходитъ постепенное измѣненіе рѣчнаго дна, параллельно же съ такимъ измѣненіемъ рѣчнаго дна необходимо должна имѣть также мѣсто и перемѣна низшаго животнаго и растительнаго царствъ, а послѣдніе два

1) H. Benedict. „Die Abwässer der Fabriken“, pag. 386.

2) Г. В. Хлопинъ. Сборникъ работъ Гигиенической Лабораторіи Юрьевского Университета. Выпускъ I. 1902. Стр. 176.

3) J. König. Bd. I. pag. 83. „Verunreinigung der Gewässer“.

4) Bericht über die achte Versammlung der freien Vereinigung Bayrischer Vertreter der angewandten Chemie in Würzburg. 1889.

фактора являются особенно роковыми для существованія рыбы въ нашихъ водахъ. Насколько важнымъ является для рыбы уже одно растительное царство, видно изъ слѣдующихъ словъ Fr. Heinske.<sup>1)</sup> „Главную пищу циприноидовъ составляютъ „личинки и куколки комаровъ, затѣмъ эфемериды и личинки „другихъ сѣтчатокрылыхъ, для молодыхъ же рыбъ опять таки „важна низшая раковая фауна, наряду съ улитками и червями. „Такъ какъ большее число упомянутыхъ ракообразныхъ животныхъ въ свою очередь питается остатками умирающихъ или „живыхъ растеній, то истребленіе рѣчной растительности естественно повлечетъ за собою уменьшеніе пищи для рыбъ. „Приплодъ рыбъ питается личинками червей, улитокъ и „ракообразныхъ животныхъ. Всякая, стало быть, причина, „вызывающая уменьшеніе на днѣ ракообразныхъ животныхъ „соотвѣтственно уменьшитъ количество пищи не только „для развившихся рыбъ, но и для приплода, который въ свою „очередь питается личинками скорлупняковъ.“

О. Н. Grimm<sup>2)</sup> принимаетъ за одну изъ причинъ уменьшенія количества рыбы въ Волгѣ также то обстоятельство, что покрывающій поверхность воды слой нефти, уменьшаетъ количество комаровъ и маленькихъ мухъ, личинки которыхъ служатъ главной пищей для рыбы.

Французскій энтомологъ Lesne (Annales de la Société entomologique de France Ser. 6 II), доказалъ въ своихъ опытахъ что достаточно покрыть воду слоемъ масла толщиной въ  $\frac{1}{2}$  миллиметра для того, чтобы убить живущія въ водѣ личинки и куколки насѣкомыхъ. Изъ этихъ выводовъ видно, какую громадную роль въ экономіи природы играютъ даже подобныя ничтожныя по величинѣ существа, въ данномъ случаѣ специально для питанія рыбы; — и если уже тонкій слой масла или нефти способны лишить рыбу ихъ главнаго матеріала питанія, то какое тогда опустошеніе могутъ произвести наши промышленныя сточныя воды въ низшихъ животномъ и растительномъ царствахъ проточныхъ водъ.

1) Mitteilungen der Section für Küsten- u. Hochseefischerei 1886. H. № 7.

2) Mitteilungen der Section für Küsten- und Hochseefischerei 1893. H. 3. u. 4.

R. Leuckart<sup>1)</sup> описывает действие осадка перекиси марганца следующим образом: „Дно реки покрывается иловым налетом толщиной в фут; таким образом уничтожаются укромные местечки и места для отдыха рыбы, рост растений на местах покрытых илом задерживается; все безчисленные маленькие водоросли, которые проросли раньше богатый гумусом или водъ, погибают. Вместе с ними конечно гибнут и питающиеся ими животные. Если же число инфузорий и улиток, раковъ и червей уменьшится, то этим самым уменьшится и источник питания бѣлорыбицы, а параллельно исчезновению маленьких бѣлорыбицъ, идетъ и вымирание крупныхъ хищныхъ рыбъ. Постоянное загрязнение осадкомъ перекиси марганца оказываетъ въ высшей степени губительное действие на богатство рыбы в рѣкахъ и угрожаетъ съ течениемъ времени совершенно его уничтожить.“

J. König<sup>2)</sup> полагаетъ, что все загрязненные взвѣшенными веществами воды действуют на рыбу подобно водѣ съ осадкомъ перекиси марганца и что все описанная при осадкѣ перекиси марганца явления имѣютъ значеніе и для остальныхъ подобнымъ же образомъ образованныхъ сточныхъ водъ съ мелко взвѣшеннымъ веществомъ.

Во всякомъ случаѣ вредъ, наносимый рыбной промышленности спускомъ сточныхъ водъ, въ особенности промышленныхъ въ проточную воду, долженъ быть оцениваемъ очень высоко, тѣмъ болѣе, если рѣка имѣетъ небольшой наклонъ и количество воды по отношенію къ массѣ сточныхъ водъ также невелико. Однако существуетъ много сторонниковъ той теоріи, что меньшимъ и болѣе слабымъ слѣдуетъ поступаться въ пользу болѣе развитого, и много разъ было указываемо на то, что не должно жертвовать развитіемъ промышленности въ пользу рыбной ловли, предъявляя къ первой невыполнимыя требованія.

Jurisch<sup>3)</sup> указываетъ, что народное богатство Германіи благодаря развитію промышленности увеличивается ежегодно

1) J. König. „Verunreinigung der Gewässer“. Bd. I, pag. 91.

2) Ibid.

3) Jurisch. „Die Verunreinigung der Gewässer“. Ref. n. König. B. I, pag. 93.

на 5896—11,793 миллионъ марокъ, между тѣмъ какъ рыбопромышленность во внутреннихъ водахъ увеличиваетъ его только на 6 миллионъ марокъ. Но конечно и тутъ могутъ быть, безъ особаго вреда для промышленности найдены средства для обработки сточныхъ водъ или же онѣ могутъ быть применены для орошения, но во всякомъ случаѣ можно вполне согласиться съ мнѣніемъ Ed. Beyer<sup>1)</sup>, что со стороны промышленности замѣчается крайняя небрежность въ этомъ отношеніи и все предосторожности, могущія повлечь за собою уменьшеніе загрязненія, подчасъ совершенно не принимаются во вниманіе, и благодаря этому создается положеніе, устраненіе котораго едва ли возможно безъ громадныхъ жертвъ, и что должно глубоко сожалѣть о томъ, что государство не приняло уже давно какихъ либо предохранительныхъ мѣръ.

1) Ed. Beyer. „Die Fabrikindustrie im Regierungsbezirk Düsseldorf“.

### Глава III.

#### Работы, относящіяся къ экспериментальнымъ изслѣдованіямъ этого вопроса.

Когда 30 лѣтъ тому назадъ Среднеевропейскія государства шли въ томъ направленіи, чтобы урегулировать закономъ спускъ сточныхъ водъ въ проточныя воды и законными постановленіями не допускать нанесенія вреда рыбной промышленности, тогда не было никакого матеріала, никакой основы, на основаніи которыхъ могли быть созданы законныя нормы. Рѣдко на ту или другую отрасль промышленности возлагали исключительную отвѣтственность за умираніе рыбы въ рыбныхъ водахъ, однако доказательства для этого возможно было привести только въ крайнихъ случаяхъ, такъ какъ въ концѣ концовъ и совокупность всѣхъ сточныхъ водъ, вливающихся въ данную проточную воду, можетъ вызвать умираніе рыбы, но въ то же время подобный же эффектъ можетъ вызвать и сточная вода какой нибудь одной большой фабрики. Химическій анализъ сточныхъ водъ также не давалъ удовлетворительныхъ результатовъ, а потому больше ничего не оставалось, какъ только обратиться къ эксперименту, — изслѣдовать вліяніе сточныхъ водъ на живыхъ рыбахъ въ лабораторіи, а такъ же и вліяніе отдѣльныхъ составныхъ частей сточныхъ водъ. Неблагодарность задачи, трудность выполненія экспериментовъ съ рыбами многихъ пугали.

Такъ Weigelt<sup>1)</sup>, который неоднократно экспериментировалъ съ рыбами, сообщаетъ, что онъ рѣдко могъ продолжать свои опыты болѣе долгое время, такъ какъ рыбы часто по прошествіи 3—4 дней безъ всякой дальнѣйшей доказа-

тельной причины погибали въ совершенно чистой водѣ при контрольныхъ опытахъ.

Поэтому нѣтъ ничего удивительнаго въ томъ, что въ литературѣ мы находимъ въ общей сложности очень мало работъ по этой отрасли.

С. Nienhaus-Meinau<sup>1)</sup> нашелъ, что сточная вода анилиновой фабрики, содержащая въ литрѣ 18,8 мышьяковой кислоты, даже при разведеніи въ 100 разъ убивала рыбу въ теченіе 4 часовъ.

L. Grandeau<sup>2)</sup>, изслѣдовавшій сточныя воды Saline'y и химической фабрики Dieuze и испытавшій вліяніе главныхъ составныхъ частей послѣднихъ на линей, пришелъ къ слѣдующему результату:

Хлористый кальцій въ количествѣ 10,0 грм. на литрѣ убивалъ линей въ теченіе 5 ч.	
Сѣрнистый кальцій . . . . . 0,1 . . . . .	22 м.
Сѣрнистый же кальцій въ количествѣ . . . . . 0,016 . . . . .	влиялъ еще вредно,

тогда какъ сѣрноватостокислый кальцій даже при содержаніи въ 5,0 грм. на литрѣ оказывалъ только незначительное вліяніе. По изслѣдованіямъ Ch. Richet<sup>3)</sup> слѣдующія количества вліяютъ на рыбу убивающимъ образомъ:

Хлористаго цинка — 12 миллигр.	на литрѣ
Поваренной соли — 24 гр.	„ „ „
Хлористаго калия — 0,1 „	„ „ „
Хлористаго магнія — 1,5 „	„ „ „
Хлористаго кальція — 2,4 „	„ „ „

H. de Varigny и P. Bert<sup>4)</sup> пришли къ другимъ результатамъ.

По ихъ изслѣдованіямъ количества

Хлористаго калиція — 3,0	
и Хлористаго магнія — 4,0	на литрѣ воды

еще не дѣйствуютъ на рыбу убивающимъ образомъ.

- 1) F. Fischer. „Das Wasser“. 1902 Berlin, Verlag Springer, pag. 47.
- 2) H. Benedict. Die Abwässer der Fabriken, pag. 386.
- 3) F. Fischer. „Das Wasser“. 1902, Berlin, Verlag Springer,
- 4) Ibid.

1) C. Weigelt. Archiv für Hygiene. Bd. 3, pag. 73.

Е. v. Raumer<sup>1)</sup> твердо устанавливает предель вредного влияния цинкового купороса в размѣрѣ 140 мгрм. на литья, каковое количество вызывало смерть рыбъ в теченіи 2 $\frac{1}{2}$  часовъ.

Напреl<sup>2)</sup> испыталъ дѣйствіе сточныхъ водъ на форелей и пришелъ къ слѣдующимъ предѣльнымъ выводамъ, — изъ нихъ приведу величины для нѣкоторыхъ веществъ:

Ціанистый калий . . .	10 мгрм.	на литръ вызв. въ	7 мин.	боковое положеніе у рыбъ
Роданистый аммоній 100 мгрм.	"	"	6 час.	"
Сѣрнистый патрій . 115	"	"	38 мин.	"
Онъ же подкисл. НСl. 81	"	"	34	"
Сѣрнистая кислота . 30	"	"	27 мин.	"
Тоже . . . . . 1	"	"	4 $\frac{1}{2}$ час.	"
Соляная кислота . . 1	"	"	8 часовъ вялость	"
Сѣродородъ . . . . 10	"	"	6 минутъ боковое положеніе	"
Тоже . . . . . 1	"	"	8 часовъ вялость	"
Деготь . . . . . 200 мгрм.	"	"	$\frac{1}{2}$ часа боковое положеніе	"
Феноль . . . . . 50	"	"	6 минутъ	"
Тоже . . . . . 10	"	"	1 часъ 17 мин.	"
Мыло . . . . . 1,0	"	"	1 часъ 52 мин.	"
Углекислый аммо- ній . . . . . 3,0	"	"	44 минуты	"

Р. Bert<sup>3)</sup> изслѣдовалъ вліяніе морской воды на прѣсноводныхъ рыбъ. Онъ полагаетъ, что содержаніе соли равное смѣси изъ 2 частей прѣсной воды и 1 части морской, (соотвѣтствуетъ приблизительно 8 грм. NaCl на литръ), смертельно для прѣсноводныхъ рыбъ, но думаетъ однако, что послѣднія, при постепенномъ повышеніи содержанія соли, легко могутъ приспособиться къ смѣси изъ равныхъ частей морской и прѣсной водъ, съ содержаніемъ NaCl около 10—12 грм. на литръ. Авторъ видитъ въ слизистомъ покровѣ водныхъ животныхъ предохранительное средство противъ вреднаго дѣйствія поваренной соли, а также и другихъ солей.

Вполнѣ развитой угорь могъ бы напримѣръ долгое время жить въ морской водѣ, если же удалить съ какого-либо

1) F. Fischer. „Das Wasser.“ 1902. Berlin. Verlag Springer.

2) Ibid.

3) Landwirtschaftliche Jahrbücher. 1897. Bd. 26. J. König u. E. Haselhoff „Über die Schädlichkeit industrieller Abgänge für die Fischzucht“, pag. 79.

мѣста тѣла предохранительную слизь, то рыба умираетъ въ теченіе немногихъ часовъ. Bert полагаетъ что при этомъ вслѣдствіе экзосмоса наступаетъ высыханіе тѣла.

Е. Haselhoff и Hünne Meyer<sup>1)</sup> изслѣдовали дѣйствіе красящихъ веществъ на лией и карповъ; метиленовая синька оказалась въ количествѣ 57 миллиграммовъ на литръ безусловно вредной для рыбъ. Затѣмъ они испытывали отношеніе рыбъ къ желѣзнымъ квасцамъ, и желѣзо-синеродистому калию. Желѣзные квасцы оказались вредными вслѣдствіе выдѣленія гидрата окиси желѣза, отлагающагося въ жабрахъ рыбъ и вызывающаго этимъ смерть отъ задушенія. Ихъ опытъ однако только подтверждаетъ высказаннѣ Hofe'омъ взглядъ, что желѣзныя соли дѣйствуютъ на рыбъ вреднымъ образомъ именно благодаря выдѣленію въ жабрахъ гидрата окиси.

По мнѣніямъ авторовъ вредное дѣйствіе обнаруживается при содержаніи 500 мгрм. на литръ.

Желѣзисто-синеродистый и желѣзо-синеродистый калий должны быть, по ихъ мнѣнію, принимаемы за безвредные для рыбъ. Для ниже указанныхъ веществъ они пришли къ слѣдующимъ предѣльнымъ величинамъ въ отношеніи начала ихъ вреднаго дѣйствія:

Сѣрной кислоты —	35—40 мгрм.	— на литръ
Соляной кислоты	49,75—51,10	" " "
Извести	— 23	" " "
Мышьяковистой кислоты	74,4—136,4	" " "

J. König и E. Haselhoff<sup>2)</sup> цѣлымъ рядомъ прекрасныхъ опытовъ, произведенныхъ ими въ двухъ аквариумахъ надъ лиями карпами и форелями, устанавливаютъ предѣлы начала вреднаго дѣйствія составныхъ частей сточныхъ водъ. Прибавленное количество вредныхъ веществъ часто опредѣлилось

1) Landwirtschaftliche Jahrbücher. 1901. Bd. 30, pag. 583—617.

2) Landwirtschaftliche Jahrbücher 1897. B. 26. I. König u. E. Haselhoff. „Über die Schädlichkeit industrieller Abgänge für die Fischzucht“ pag. 79.

только къ концу опыта. Соотвѣтственно мнѣніямъ обоихъ авторовъ вредное дѣйствіе начинается для:

Сѣроводорода при содержаніи 3 млгр. на литръ,	
Несомнѣнное только	8,0—12,0
Углекислоты	190—200
Амміака	17 для маленькихъ рыбъ.
Тоже	30 для крупныхъ
Хлористаго аммонія	0,4—1 грм. на литръ.
Сѣрнистаго аммонія	0,4—1 грм.
Хлористаго натрія	15,0
Хлористаго кальція	7,0—8,0
Хлористаго марганца	7,0—8,0
Калийныхъ квасцовъ	300 млгрм.
Хромовыхъ	230
Пикриновой кислоты	50
Мѣднаго купороса ( $\text{CuSO}_4 + 5 \text{H}_2\text{O}$ )	8—12
Желѣзнаго купороса	15—24
Несомнѣнное при	40—50

50 млгрм. амміака на литръ воды убили большую форель только по истеченіи 50 минутъ, 100 же млгрм. — по истеченіи 45 минутъ.

Мѣдный купоросъ по взглядамъ Haselhofa и Köpiga<sup>1)</sup>, дѣлается вреднымъ вслѣдствіе выдѣленія углекислой соли мѣди или соотвѣтственно гидрата окиси; всѣ рыбы покрывались при этомъ тонкимъ слоемъ голубой слизи, которая заполняла также и жабры.

Обильный матеріалъ даетъ намъ работа Weigelta<sup>2)</sup>, которая экспериментальными физиологическими опытами надъ форелями и линиями устанавливаетъ предѣлы вредности цѣлага ряда ядовитыхъ веществъ. Рыбы, предназначенныя для опытовъ, пускались въ растворъ изслѣдуемаго вещества и точно опредѣлялось время наступленія продолжительнаго бокового положенія рыбъ.

У форелей время продолжительности дѣйствія рѣдко продолжалось больше часа. Если за этотъ промежутокъ времени не наступало замѣтной перемѣны въ состояніи испытуемой рыбы, то опытъ прекращался и прибавленное количество соотвѣтственнаго вещества было обозначается какъ безвредное.

1) „Arch. f. Hygiene“. 1885. pag. 39.

2) H. Benedict. „Die Abwässer der Fabriken“, pag. 391.

Промежутокъ времени отъ начала опыта до появленія продолжительнаго бокового положенія рыбы, Weigelt называетъ „Widerstandsdauer“ продолжительностью сопротивленія. Какъ только наступало боковое положеніе, опытъ считался оконченнымъ, такъ какъ въ скоромъ времени должна наступить смерть, если рыба не будетъ переведена въ свѣжую воду.

Онъ совершенно резонно заключаетъ, что „съ потерей способности оставаться въ нормальномъ положеніи и съ потерей способности къ движеніямъ возникаетъ условіе, позволяющее рыбу, съ наступленіемъ продолжительнаго бокового положенія, причислить нѣкоторымъ образомъ къ мертвымъ“. Лини оставались въ испытуемой водѣ на 24 часа и, если при этомъ не достигался предѣлъ сопротивленія, то раствору давалось обозначеніе „безвредный“. Опыты производились въ желѣзныхъ цилиндрахъ, вмѣстимостью въ 10 литровъ. Weigelt въ результатѣ своихъ опытовъ приходитъ къ выводу, что для рыбъ вообще не существуетъ совершенно безвреднаго растворимаго вещества. Если содержаніе послѣдняго въ водѣ превышаетъ извѣстный предѣлъ, то каждое вещество можетъ сдѣлаться остро-дѣйствующимъ ядомъ; Въ нижепомѣщенной таблицѣ собраны результаты его работы; при 20—25° различныя вещества значительно большей обладаютъ вредностью, чѣмъ при 4—6° температуры.

Вода содержитъ въ литрѣ.	Видъ рыбы.	Дѣйствіе на рыбу.
Извести ( $\text{H}_2\text{CaO}_2$ ) 0,07 . . . грм.	Форель	По истеченіи 26 минутъ смерть.
„ 0,03 „ „	„	„ 44 „ сильное возбужденіе.
Соды ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 10\text{H}_2\text{O}$ ) 3 „ „	„	По истеченіи 5 минутъ боковое положеніе.
„ „ 1 „ „	„	По истеченіи 3 минутъ сильное безпокойство.
„ „ 1 „ „	Линь	въ продолженіе 14 часовъ безъ дѣйствія.
Сѣрнистаго натрія ( $\text{Na}_2\text{S}$ ) 0,1 „ „	„	при 6°, послѣ часа тяжело дышитъ, послѣ 9¾ часовъ боковое положеніе, при 20° послѣ 8 минутъ тяжело дышитъ, черезъ 1 часъ боковое положеніе, смерть.



Хлорниовой извести 0,0005	грм.	Форель	послѣ 3 часовъ смерть.
Соляной кислоты (HCl) 0,1	"	"	сейчасъ же дѣйствіе; послѣ 4 минутъ боковое положеніе.
Сѣрной кислоты (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) 0,1	"	"	сейчасъ же боковое положеніе.
" " 0,1	"	Линь	никакого дѣйствія.
" " 0,03	"	Форель	сейчасъ же безпокойство.
Сѣрнистой кислоты . . . 0,0005	"	"	послѣ 3 мин. боковое положеніе.
Сѣвродорода . . . . . 10 млгрм.	"	"	въ 5 минутъ положеніе на спинѣ.
Амміака . . . . . 50	"	"	черезъ 44 минутъ смерть.
Мышьяков. кислоты . . . 1	грм.	"	черезъ 2 часа смерть.
" " 0,1	"	"	черезъ 4 часа сильное дѣйствіе.
Двухлористой ртути 0,05	"	"	черезъ 29 мин. положеніе на спинѣ, черезъ 54 мин. смерть.
Двухромово-каліевой соли 0,2	"	"	черезъ 46 минутъ дѣйствуетъ.
Хромовыхъ квасцовъ . . . 1	"	"	черезъ 5 мин. боковое положеніе.
Аммоніиныхъ квасцовъ . . 1	"	"	немедленное дѣйствіе.
Каліевыхъ квасц., кристал. 1	"	"	черезъ 10 мин. боковое положеніе, черезъ 3 часа смерть.
" " " 1	"	Линь	черезъ 15 час. никакого дѣйствія.
" " " 0,1	"	Форель	черезъ 15 часовъ смерть.
Хлористаго кальція . . . . 10	"	Линь	сейчасъ же безпокойство; черезъ 3¼ часа смерть.
" " " 1	грм.	Форель	Черезъ 2 часа дѣйствіе
Хлористаго натрія 10	"	"	Черезъ 2 часа слабое дѣйствіе.
Желѣзнаго купороса 0,1	}	Семга	Послѣ двухъ часовъ смерть;
FeSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O			
" " " 0,05	"	Форель	для лосося черезъ 3½ и для форели чр. 5 час. смерть
Хлорнаго желѣза 1	"	"	Послѣ 16 часовъ безъ вліянія.
Хлористаго марганца 1	"	"	Черезъ 3 минутъ боковое положеніе.
Хлористаго калия 0,005	"	Линь	Немедленно дѣлается безпокойной.
Щанистаго калия 0,005	"	Линь	Черезъ 73 минуты сильное дѣйствіе.
Роданистаго аммонія 0,1	"	Форель	Послѣ 1 часа безъ вліянія.
Карболовой кислоты 0,05	"	Линь	Черезъ 3 мин. дѣйствіе; черезъ 1 часть смерть.
" " " 0,005	"	Форель	Черезъ 15 минутъ безпокойство
Мыла (непрофильтр.) 1	"	Линь	Черезъ 1½ часа смерть; форель живеть.
" (профильтров.) 1	"	"	Дѣйствія не оказываетъ.

Болѣе важными однако являются для предстоящей работы опыты Weigelt<sup>1)</sup>, которые онъ производилъ съ до-

машней сточной жидкостью; онъ является единственнымъ изслѣдователемъ, который пытался выяснитъ вліяніе канализационной жидкости на рыбы экспериментальными опытами на нихъ. Weigelt собиралъ сточныя жидкости своего собственного хозяйства (5 взрослыхъ и 3 дѣтей), причѣмъ за день набиралось на человѣка по 11,5 литровъ домашней сточной жидкости. Такъ какъ по проф. Мюллеру на каждаго человѣка приходится за день 100 литровъ сточной воды, а при сплавной канализаціи даже по 150 литровъ, то Weigelt, соответственно этому, приготовилъ двухъ родовъ жидкости. Первую (А.) такимъ образомъ, что развелъ свою домашнюю сточную воду въ 11,5 литровъ до количества въ 100 литровъ, вторую же (В), разбавивъ ее до количества въ 150 литровъ; къ послѣдней онъ прибавилъ еще 125 грм. свѣжихъ нормальныхъ фекальныхъ изверженій и 700 грм. свѣжей мочи. Жидкость А, безъ включеній онъ обозначалъ черезъ „Haus-spüljauche“, жидкость же В, со включеніемъ человѣческихъ изверженій, посредствомъ слова „Spüljauche“. Обѣ жидкости употреблялись для опытовъ послѣ 8-ми дневнаго броженія и въ неразведенномъ видѣ быстро достигли у крупныхъ форелей предѣла сопротивленія. Затѣмъ Weigelt экспериментировалъ съ растворами разведенными въ пропорціяхъ: 1 : 5, 1 : 10, 1 : 20 и 1 : 40. Сосуды брались вмѣстимостью въ 12 литровъ. Продолжительность опытовъ только въ отдѣльныхъ случаяхъ распространялась до 5 дней. Въ первой жидкости даже при разведеніи въ пропорціи 1 : 5 — не было замѣтно чувства сильнаго безпокойства, между тѣмъ какъ въ жидкости, заключающей фекальнныя массы, по истеченіи 13—18 часовъ наступало боковое положеніе. Переведенныя въ свѣжую воду, рыбы сначала замѣтнымъ образомъ оправлялись, однакоже не смотря на это затѣмъ погибали въ теченіе нѣсколькихъ часовъ. При разведеніи жидкости В въ пропорціяхъ 1 : 10, 1 : 20 и 1 : 40, даже въ наиболѣе разведенной жидкости лососи умирали по истеченіи 3 дней и 4 часовъ, иногда въ теченіе 4 дней 3 часовъ, въ болѣе же концентрированныхъ растворахъ — гораздо раньше. Въ домашней сточной жидкости (А.) рыбы оставались подвижными рѣзвыми, однако же и при послѣднихъ опытахъ, при концентраціи

1) С. Weigelt. „Archiv für Hygiene“. 1885. Bd. 3.

растворовъ 1 : 10, онѣ погибали черезъ нѣсколько дней; у нѣкоторыхъ замѣчалась явная задержка въ ростѣ и еще въ теченіе послѣдующихъ 4 недѣль, ихъ можно было отличить по болѣе темной окраскѣ отъ рыбъ не употреблявшихся для опытовъ.

Weigelt на основаніи своихъ опытовъ приходитъ къ такому заключенію; „Объ сточныхъ жидкостяхъ оказались не „сомнѣнно вредными для рыбъ, кромѣ того прибавленіе „человѣческихъ изверженій сильно повышало это вредное „дѣйствіе“. Количество сѣроводорода при этомъ Weigelt считаетъ слишкомъ ничтожнымъ для того, чтобы оно могли оказать вредное дѣйствіе на рыбъ, въ значительной же мѣрѣ онъ приписываетъ вину уменьшенію кислорода, который необходимъ рыбамъ для дыханія. Однако проф. Хлопина<sup>1)</sup>, Provensal, Humboldt, Grehant, И. Купцисъ<sup>2)</sup>, Норре-Seyleг и С. Дункан<sup>3)</sup> доказали, что рыбы довольно свободно могутъ жить въ водѣ относительно бѣдной кислородомъ. Норре-Seyleг и С. Дункан, производившіе опыты надъ линьями и форелями, наблюдали слѣдующее влияніе на рыбы воды съ содержаніемъ различныхъ количествъ кислорода:

- При 2,8 куб. сант. кислорода на литръ — всѣ опытные рыбы чувствуютъ себя хорошо;  
 При 1,7—0,8 куб. сант. кислорода на литръ — безпокойно, быстро дышать, у форелей иногда боковое положеніе;  
 При 0,71—0,07 куб. сант. кислорода на литръ — всѣ рыбы пребываютъ на поверхности, жадно вдыхая воздухъ;  
 При 0,0—0,07 куб. сант. кислорода на литръ — всѣ вяло лежать на боку.

Haselhof и Көпиг<sup>4)</sup> также производили въ этомъ

1) Г. В. Хлопина. Сборн. работъ Гигиенн. Лабор. Юрьевск. Универс. Вып. I стр. 139.

2) Ibid.  
 Вып. II стр. 35.

3) Zeitschrift. für physiologische Chemie. 1893, pag. 147.

4) Landwirtschaftliche Jahrbücher 1897. Bd. 26. „Schädlichkeit industrieller Abgänge für die Fischzucht.“

направленіи опыты и нашли, что вода, содержащая 2,53—3,23 куб. сант. кислорода на литръ, не вызывала у рыбъ какихъ либо ненормальныхъ явленій, какъ напр. тяжелое дыханіе, безпокойство и т. д.

По выводамъ проф. Хлопина плотва погибаетъ при содержаніи 0,51—0,62 куб. сант. кислорода на литръ.

И. Купцисъ установилъ наименьшее содержаніе кислорода для плотвы и лещей въ 0,8—0,54, при содержаніи же 1 куб. сант. на литръ рыбы начинаютъ чувствовать себя непріятно.

Prof. Nitsche<sup>1)</sup> и С. Weigelt доказали цѣлымъ рядомъ опытовъ вредное влияние многихъ составныхъ частей сточныхъ водъ на икру форелей.

Съ этой цѣлью только что выпущенныя зерна зрѣлой икры форелей оплодотворялись въ водѣ, къ которой было прибавлено вредное вещество, по истеченіи 10 минутъ вынимались изъ нея, прополаскивались и переводились въ чистую рѣчную воду. При оплодотвореніи въ водѣ, содержащей калийные квасцы (0,1%) погибало, по опытамъ Weigelta, изъ 115 яичекъ — 114 и только одно яичко развивалось; точно также въ высшей степени вредными оказались мѣдный купоросъ и нашатырь. Въ растворѣ перваго развивались только 9,1% яичекъ, въ растворѣ же нашатыря только 1,7%. По опытамъ проф. Nitsche особенно вредными оказываются мѣдный купоросъ и свободныя кислоты; при 0,5—1% растворахъ послѣднихъ погибли всѣ яички безъ исключенія.

Kämmerer<sup>2)</sup> производилъ опыты съ газовой водой, служащей для запруды газового завода, вызвавшей умираніе рыбы въ Regnitz'ѣ; онъ нашелъ, что разведенія 1 : 1, 1 : 2, 1 : 3, 1 : 10, 1 : 15 и 1 : 20 газовой запруженной воды по отношенію къ водопроводной водѣ, имѣли всѣ своимъ послѣдствіемъ смерть рыбъ.

Экспериментировалъ авторъ съ плотвой. Онъ прихо-

1) Archiv für Hygiene 1885. Bd. III, pag 82.

2) Bericht über die achte Versammlung der freien Vereinigung Bayrischer Vertreter der angewandten Chemie in Würzburg. 1889.

дять къ заключенію, что разведеніе въ 20 разъ должно считаться ядовитымъ и что слѣдуетъ оставить мысль сдѣлать сточную воду завода безвредной простымъ разведеніемъ чистой водой. Здѣсь въ Россіи загрязненіе Волги, происходящее вслѣдствіе течи нефтяныхъ барокъ, которое уже продолжительное время обращаетъ на себя вниманіе большихъ рыбопромышленныхъ фирмъ, со стороны которыхъ все чаще слышатся жалобы на то, что рыбныя богатства Волги уменьшаются, и наконецъ назрѣлъ вопросъ, дѣйствительно ли такой сильный вредъ наноситъ нефтяная промышленность волжской рыбопромышленности?

Проф. Хлопинъ<sup>1)</sup> исчисляетъ потерю, наносимую волжской рыбопромышленности, въ 25 милліоновъ рублей ежегодно, если загрязненіе Волги нефтью будетъ продолжаться и дальше. Само собой разумѣется, что весь интересъ сосредоточился на послѣднемъ вопросѣ и въ быстрой послѣ того послѣдовательности появились нѣсколько работъ, изслѣдующихъ вредное вліяніе продуктовъ нефти на рыбу.

Большая часть этихъ работъ вышла изъ лабораторіи проф. Хлопина въ Юрьевѣ и окончательно такимъ образомъ былъ выясненъ этотъ вопросъ, бывшій весьма запутаннымъ.

Никольскій<sup>2)</sup> предпринялъ свои опыты въ Астрахани, въ 1893 г.; изъ нихъ онъ вынесъ убѣжденіе, что нефть не можетъ считаться вредной для рыбъ.

Чермакъ<sup>3)</sup> въ Самарѣ въ 1895 году доказалъ болѣе точными опытами, что насыщенная нефтью вода неминуемо влечетъ за собою смерть рыбъ, причемъ болѣе взрослые и болѣе крупные экземпляры оказываютъ большее сопротивленіе, чѣмъ молодые.

Арнольдъ<sup>4)</sup> производилъ свои опыты въ Петербургѣ

1) Г. В. Хлопинъ. „Загрязненіе проточныхъ водъ“, стр. 41.

2) Хлопинъ и Никитинъ. „Вліяніе нефтяныхъ продуктовъ на рыбное населеніе рѣкъ и на качество ихъ воды“, стр. 5.

3) Ibid.

4) Ibid.

въ біологической лабораторіи проф. Лесгафта и пришелъ къ тому же самому выводу, причемъ ядовитыя свойства нефти онъ видитъ въ органическомъ основаніи, содержащемъ азотъ. Противъ доказательности опытовъ Чермака и Арнольда можно было сдѣлать одно возраженіе, а именно, что употреблявшіяся при ихъ опытахъ рыбы умирали отъ недостатка кислорода, а не отъ отравленія нефтью, такъ какъ эти авторы не опредѣляли количества раствореннаго въ водѣ кислорода. Проф. Хлопинъ и Никитинъ<sup>1)</sup> установившіе свои опыты надъ плотвой, окунями и ершами съ постояннымъ контролемъ за количествомъ раствореннаго въ водѣ кислорода, съ несомнѣнностью доказали высокую степень ядовитости нефти для рыбъ, причемъ они опровергли взглядъ Арнольда, что ядовито дѣйствуетъ основаніе амина и высказали мнѣніе, что какъ разъ ядовито дѣйствующими являются углеводороды. вмѣстѣ съ тѣмъ они установили, что нефть въ водѣ растворима легче, чѣмъ это полагали до тѣхъ поръ. Проф. Хлопинъ<sup>2)</sup> во второй работѣ пришелъ къ заключенію, что только углеводороды и ихъ дериваты влекутъ за собою смерть рыбъ.

И. Купцисъ<sup>3)</sup> изолировалъ отдѣльные углеводороды, что бы установить, какіе изъ нихъ обладаютъ ядовитостью; при этомъ онъ нашель, что предѣльные углеводороды съ точкой плавленія до 120° уже при концентраціяхъ 1 : 5000 и 1 : 3000 проявляютъ ядовитое дѣйствіе, но что однако самыя ядовитыя свойства необходимо приписать нефтянымъ кислотамъ; послѣднихъ достаточно уже 3—5 млгрм. на литръ, чтобы довести рыбъ въ самое короткое время до предѣла сопротивленія.

1) Хлопинъ и Никитинъ. „Вліяніе нефтяныхъ продуктовъ на рыбное населеніе рѣкъ и на качество ихъ воды“, стр. 5.

2) Г. В. Хлопинъ. „Азотистыя основанія Бакинской нефти, ихъ химическій составъ и фізіологическія свойства“.

3) Г. В. Хлопинъ. „Загрязненіе проточныхъ водъ“, стр. 20—23.

## Глава IV.

### Экспериментальная часть.

Настоящая работа заключается в себѣ, строго говоря, 3 отдѣла: Химическій анализъ нѣкоторыхъ фабричныхъ сточныхъ водъ и трехъ пробъ городской сточной воды; опыты въ аквариумѣ, состоящіе изъ цѣлаго ряда экспериментовъ надъ рыбами съ означенными сточными водами; затѣмъ изслѣдованіе загрязненія Эмбаха принятиемъ фабричныхъ сточныхъ жидкостей и канализаціонныхъ водъ города Юрьева. Первые два отдѣла я изъ практическихъ цѣлей соединилъ вмѣстѣ и для большей ясности непосредственно предпосылалъ всегда опытамъ надъ рыбами химическій анализъ соответственной сточной жидкости, а изслѣдованіе загрязненія воды въ Эмбахѣ городскими отбросами я помѣстилъ въ концѣ въ отдѣльной главѣ.

Попытка на экспериментальной почвѣ представить доказательство вреда различныхъ сточныхъ водъ для рыбоводства является крайне затруднительной, хотя необходимо признать, что это единственный возможный путь, по которому можно притти къ точному доказательству вредности сточныхъ водъ.

Такъ какъ мнѣ конечно будетъ высказанъ упрекъ и будутъ представлены нѣкоторыя возраженія по поводу опытовъ въ аквариумѣ, то я хотѣлъ бы въ короткихъ словахъ указать на главныя трудности экспериментовъ надъ рыбами, какъ животными, являющимися предметами изслѣдованія.

При самыхъ сложныхъ устройствахъ въ лабораторіи невозможно создать условий, необходимыхъ для нормальнаго существованія рыбъ, которая онѣ въ избыткѣ находятъ готовыми въ каждой протекающей рѣчкѣ, въ какомъ угодно озеркѣ или вообще въ любой проточной водѣ. Низшій животный и растительный міры, укромные уголки между камнями и вод-

ными растениями, а прежде всею свобода движенія, возможность повсемѣстно плавать въ водѣ, — все это такія условія, съ которыми тѣсно связана жизнь рыбъ въ водѣ и отсутствіе которыхъ при переводѣ рыбъ изъ рѣчки въ аквариумъ даетъ себя чувствовать очень замѣтно. Второе затрудненіе заключается въ томъ обстоятельствѣ, что рыбы обычно попадаютъ въ лабораторію вялыми и слабыми. Вытаскиваніемъ сѣтей и транспортомъ онѣ бываютъ въ большинствѣ случаевъ повреждены и оглушены; обыкновенно не малое количество изъ нихъ погибаетъ уже въ теченіе первыхъ двухъ дней. Третье неудобство, на которое раздаются постоянныя жалобы, это то, что рыбы съ большимъ трудомъ привыкаютъ къ водопроводной водѣ и обычно, безъ всякихъ дальнѣйшихъ поддѣляющихся доказательству причинъ, погибаютъ при перемѣнѣ воды.

Что касается теперь перваго пункта, то я при моихъ опытахъ старался придерживаться жизненныхъ обычаевъ и требованій рыбъ постольку, поскольку мнѣ это позволяло мое примитивное устройство — даже при совершенныхъ устройствахъ опыты соответствовать естественнымъ условіямъ все равно не могли-бы. Въ качествѣ пищи рыбамъ давался хлѣбъ, вареная рубленая печень, главнымъ же образомъ мелкіе дождевые черви; послѣдніе казались были для нихъ самой желательной пищей, однако же мнѣ часто приходилось наблюдать, что рыбы въ аквариумахъ для опытовъ, въ особенности съ сильно загрязненной водой, по цѣлымъ днямъ совсемъ не принимали пищи.

Что касается теперь втораго пункта, то я принужденъ былъ на первыхъ же порахъ испытать на себѣ печальную участь другихъ изслѣдователей, а именно рыбы пострадали отъ транспорта настолько, что большая часть ихъ погибла въ первые же два дня; съ цѣлью избѣгнуть наконецъ этого, я самъ лично отправился въ 5 часовъ утра на берегъ Эмбаха, чтобы присутствовать при ловлѣ и наблюдать за транспортомъ рыбъ. За это я получилъ и удовлетворительные результаты; — почти всѣ рыбы остались живыми и я, послѣ окончанія моихъ опытовъ, имѣлъ возможность большую часть ихъ выпустить обратно въ Эмбахъ.

Высказываемаго часто мнѣнія, что рыбы, перенесенныя изъ рѣчной воды въ воду иного химическаго состава, обыкновенно въ ней погибаютъ, я раздѣлить не могу; мнѣние это также вопль, опровергается работами проф. Хлопина и Купцова также и настоящей работой. Я держалъ рыбу изъ Эмбаха въ нашей водопроводной водѣ, имѣющей другой химической составъ, нежели вода Эмбаха, въ лабораторіи въ теченіе 3—4 мѣсяцевъ и не могъ замѣтить ни малѣйшаго нарушенія состоянія здоровья у рыбъ, не смотря на то, что при этомъ часто въ одномъ акваріумѣ содержалось сразу 60—70 рыбъ и вода мѣнялась только одинъ разъ въ день.

Конечно я постепенно приучалъ рыбы къ водопроводной водѣ, такъ какъ сначала я примѣшивалъ къ рѣчной водѣ водопроводную воду, затѣмъ постепенно разбавлялъ ее дальше свѣжей водопроводной водой и только послѣ нѣсколькихъ дней онѣ были пущены въ чистую водопроводную воду.

Только по истеченіи 14 дней, когда онѣ уже вполнѣ свыклись съ этой водой, съ ними были произведены опыты, причѣмъ для опытовъ были выбраны только сильныя и рѣзвыя рыбы. Параллельно каждому опыту устанавливался также и контрольный опытъ, т. е. рыбы одного вида и той же самой величины, какъ и рыбы въ акваріумѣ для опытовъ, были поставлены въ такія же условія, но только въ контрольный акваріумъ наполненный чистой водопроводной водой.

Труднѣе уже было отыскать рыбъ одинаковой величины, а также одинаковаго вида, — слишкомъ часто новый уловъ давалъ мнѣ совершенно другой матеріалъ, чѣмъ предшествующій этому уловъ, а также часто когда и находились рыбы одного рода, однако отдѣльные экземпляры были такой различной величины, что я не могъ ихъ употребить для моихъ опытовъ.

Гдѣ я располагалъ достаточнымъ рыбнымъ матеріаломъ, тамъ я отъ каждаго вида вносилъ по экземпляру въ опытный акваріумъ, а иногда даже и по два экземпляра одного вида рыбы, чтобы констатировать, погибнуть ли оба одновременно отъ воздѣйствія вреднаго вещества? Послѣдній опытъ съ очевидностью доказывалъ, что какъ только одинъ экземпляръ какаго нибудь вида рыбы особенно чувствительно

относился къ вліянію какой либо сточной воды, тотчасъ же и всѣ остальные реагировали подобнымъ же образомъ. Если какой либо одинъ экземпляръ особенно рѣзко проявлять способность сопротивленія, то и всѣ въ отдѣльности того же вида обладали точно такимъ же качествомъ. Само собой понятно, что иной разъ замѣчалось нѣкоторое различіе, однако только въ предѣлахъ индивидуальности. Въ среднемъ особеннымъ сопротивленіемъ обладали плотва и язи, между тѣмъ какъ окуни и щуки оказались значительно болѣе чувствительными къ загрязненной водѣ.

Рыбы, съ которыми я производилъ мой опыты всѣ принадлежатъ къ слѣдующимъ тремъ семействамъ: Percoidae, Cyprinidae и Esocidae, а именно я располагалъ слѣдующими видами ихъ:

<i>Perca fluviatilis</i>	— Окунь	— Percoidae.
<i>Acerina cernua</i>	— Ершъ	— "
<i>Esox lucius</i>	— Щука	— Esocidae.
<i>Abramis brama</i>	— Лець	— Cyprinidae.
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	— Плотва	— "
<i>Alburnus lucida</i>	— Уклейка	— "
<i>Squalius cephalus</i>	— Язь	— "
<i>Tinca vulgaris</i>	— Линь	— "

Опыты производились, въ зависимости отъ степени разведенія и продолжительности, или въ большихъ сосудахъ вмѣстимостью въ 12—15 литровъ, или же въ случаѣ, если опытъ растягивался на нѣсколько дней, въ акваріумахъ. Акваріумы вмѣщали въ себя 120 литровъ воды; длину они были въ 74 сант., высотой въ 42 сант. и шириною также въ 42 сант. Такъ какъ отдѣльныя сточныя воды брались въ различныхъ концентраціяхъ, а также, смотря по роду сточной воды, было въ отдѣльныхъ случаяхъ различно и время дѣйствія, то я при каждой отдѣльной сточной водѣ войду въ болѣе подробное разсмотрѣніе относительно рода и способа постановки опыта.

Теперь же мнѣ остается еще сказать о доставкѣ мнѣ матеріала для моихъ опытовъ.

Проф. Хлопинъ былъ любезенъ прислать мнѣ сточную

воду чугуно-литейного завода изъ Уфимской губернии, но мысль прислать сточную воду издалика была совершенно неудачна. Вода, вслѣдствіе долгаго транспорта, во всякомъ случаѣ измѣнила свои первоначальныя свойства, и хотя я произвелъ съ ней нѣсколько опытовъ, но мнѣ всетаки думается, что такая вода въ свѣжемъ видѣ значительно вреднѣе дѣйствуетъ на рыбы, чѣмъ какъ она оказалась по моимъ опытамъ. Вслѣдствіе этого я рѣшилъ довольствоваться тѣмъ матеріаломъ, какой я могъ получить въ данномъ мѣстѣ. Здѣсь въ городѣ имѣютъ значеніе въ данномъ случаѣ главнымъ образомъ двѣ фабрики, обѣ находящіяся ниже каменнаго моста, — городской газовый заводъ и дрожжевая фабрика Поста, — всѣ остальные производства и мастерскія слишкомъ незначительны для того, чтобы отъ нихъ могло исходить сильное загрязненіе рѣчной воды. Гораздо большее значеніе имѣютъ въ данномъ отношеніи городскія сточныя воды, которыя здѣсь въ Юрєвѣ вливаются въ рѣку еще въ чертѣ города и во всякомъ случаѣ приводятъ значительное количество нечистотъ (но не кала и мочи) въ рѣку.

Такъ какъ опыты Weigelt'a съ хозяйственной сточной водой, ни имъ, хотя онъ и намѣревался предпринять ихъ еще разъ, ни кѣмъ либо другимъ не были продолжены, то проф. Хлопинъ предложилъ мнѣ предпринять снова начатыя Weigelt'омъ опыты и экспериментальнымъ путемъ установить дѣйствіе сточной жидкости на рыбу. Если послѣдній матеріалъ былъ въ моемъ распоряженіи въ любомъ количествѣ и я его могъ получать когда и гдѣ угодно, то получение фабричной сточной воды было очень затруднительнымъ. Въ большинствѣ случаевъ я долженъ былъ довольствоваться одиночнымъ взятіемъ пробы, не потому что трудно бы было получить матеріала, а потому, что я только въ первый разъ могъ быть увѣренъ, что получилъ сточную воду такого именно состава, въ какомъ она въ дѣйствительности вливается въ Эмбахъ. Обыкновенно при первомъ моемъ посѣщеніи фабрики, старались найти какой либо предлогъ, чтобы отложить взятіе пробы до другого раза, даже съ величайшей любезностью предлагали мнѣ доставить желаемую сточную воду въ Институтъ, а настойчивую мою просьбу, позволить лично взять

пробу изъ ямы, исполняли лишь неохотно и съ неудовольствіемъ. Поэтому я уже при первомъ посѣщеніи снабдилъ себя достаточнымъ количествомъ, котораго должно было хватить и для анализа и для опытовъ надъ рыбами, такъ какъ при вторичномъ взятіи пробы я едва ли бы получилъ воду того же состава и концентраціи; возможно также, что мнѣ вообще былъ бы воспрещенъ доступъ на фабрику.

Исслѣдованныя мною сточныя воды отличаются въ большинствѣ случаевъ высокимъ содержаніемъ органическихъ, способныхъ къ броженію, веществъ, а также какъ городская сточная вода, такъ и сточная вода дрожжевой фабрики распространяли, послѣ стоянія въ продолженіе нѣсколькихъ дней, невыносимую вонь, которая даже при разведеніи 1 части 40 частями водопроводной воды была воспринимаема самымъ неприятнымъ образомъ. Только газовая вода составляла исключеніе; она содержала почти исключительно минеральныя составныя части, но среди нихъ настолько ядовитыя, что при спускѣ подобнаго рода сточной воды въ воду проточную могли бы получиться весьма неприятныя послѣдствія.

Исслѣдованіе сточныхъ водъ происходило въ слѣдующемъ порядкѣ:

- A. Сточная вода городского газового завода.
- B. Сточная вода чугуно-литейного завода изъ Уфимской губернии.
- C. Сточная вода дрожжевой фабрики.
- D. Городская сточная вода.

Этого самаго порядка я и буду придерживаться при изложеніи обѣ отдѣльныхъ сточныхъ водахъ въ моей работѣ. Прежде однакоже, чѣмъ перейти къ этому, я долженъ сообщить подробно о томъ, какимъ образомъ производилось взятіе пробы сточной воды и какими методами я руководствовался при химическомъ анализѣ послѣднихъ. Всѣ взятія пробъ, какъ фабричныхъ сточныхъ водъ, такъ и городскихъ, были сдѣланы подъ моимъ личнымъ наблюдениемъ.

Для наливанія пробы служили мнѣ бутылки или банки емкостью въ 10—20 литровъ съ притертыми стеклянными пробками, которыя передъ взятіемъ пробы были самымъ тщатель-

нимъ образомъ вычищены. Немедленно послѣ взятія пробы производился качественный и количественный анализъ составныхъ частей сточной воды, а непосредственно вслѣдъ за этимъ было приступлено къ опытамъ въ аквариумахъ; если оказывалось необходимымъ сохранить на нѣкоторое время сточную воду, то она ставилась въ погребъ, чтобы по возможности предупредить разложеніе воды.

### Методы количественнаго опредѣленія.

Химическій анализъ сточныхъ водъ въ большинствѣ случаевъ я производилъ по методамъ, указаннымъ J. Köpfig'омъ<sup>1)</sup>, Farnsteiner'омъ<sup>2)</sup> въ ихъ учебникахъ специально для изслѣдованія сточныхъ водъ; кромѣ того я часто пользовался учебниками Fresenius'a<sup>3)</sup>, Fr. Mohr'a<sup>4)</sup>, K. Lehmann'a<sup>5)</sup>, Gärtner-Tiemann'a<sup>6)</sup>. Если я кое-гдѣ и уклонялся отъ обычно употребляемыхъ методовъ, то я дѣлалъ это исключительно въ интересахъ большей точности результата, а также въ томъ случаѣ, если какой либо изъ новыхъ методовъ представлялъ мнѣ иное какое нибудь удобство.

Взвѣшенные въ водѣ вещества опредѣлялись слѣдующимъ образомъ: 100—500 куб. сант. сточной жидкости профильтровывались черезъ взвѣшенный фильтръ съ опредѣленнымъ содержаніемъ золы, фильтръ съ остаткомъ предварительно былъ хорошо промытъ и высушенъ съ сушильномъ шкафу при 105° С. до постояннаго вѣса и послѣ охлажденія въ эксикаторѣ взвѣшенъ. Разность въ вѣсѣ до и послѣ фильтрованія указываетъ количество взвѣшенныхъ въ водѣ

1) J. Köpfig. „Die Untersuchung landwirtschaftlich u. gewerblich wichtiger Stoffe“. Praktisches Handbuch. 1898.

2) Farnsteiner, Buttenberg и Korn. Leitfaden für die chem. Untersuchung von Abwasser. 1902.

3) R. Fresenius. „Anleitung zur quantitativen chemischen Analys.“ 6 Auflage.

4) Fr. Mohr. „Lehrbuch der chemisch. analytischen Titirmethode“. 1896.

5) K. Lehmann. „Die Methoden der praktischen Hygiene“. 1901.

6) A. Gärtner-Tiemann. „Die Untersuchung des Wassers“. 1889.

веществъ. Для опредѣленія неорганическихъ веществъ во взвѣшенномъ веществѣ содержимое фильтра вносилось въ платиновый тигль, самый фильтръ сжигался въ платиновой спирали, зола также аккуратно вносилась въ тигль, и остатокъ въ тиглѣ накаивался на Бунзеновской горѣлкѣ при слабомъ краснокалийномъ жарѣ до тѣхъ поръ, пока не происходило полное сгораніе органическаго вещества. Часто сгораніе поддерживалось прибавленіемъ небольшихъ количествъ азотнокислаго аммонія. Подъ конецъ остатокъ смачивался растворомъ углекислаго аммонія, снова слабо накаивался и платиновый тигль, послѣ охлажденія въ эксикаторѣ, взвѣшивался. Зола (остатокъ) минусъ зола фильтра указываетъ содержаніе минеральныхъ нелетучихъ веществъ; остатокъ послѣ прокаиванія + фильтръ, вычтенные изъ общаго вѣса передъ накаиваніемъ, указываютъ количества летучаго неорганическаго и органическаго веществъ.

Опредѣленіе остатка послѣ выпариванія 250 куб. сант. фильтрованной сточной воды выпаривались въ платиновой чашкѣ на водяной банѣ до суха.

Остатокъ высушивался въ теченіе нѣсколькихъ часовъ въ сушильномъ шкафу при 105° С. и для совершеннаго охлажденія переносился въ эксикаторѣ и взвѣшивался. Послѣ того какъ такимъ образомъ опредѣлено было общее количество раствореннаго вещества, остатокъ обугливался при слабомъ краснокалийномъ жарѣ, затѣмъ накаивался немного сильнѣе при прибавленіи небольшихъ количествъ азотнокислаго аммонія, пока постепенно не достигалось сгораніе органическаго вещества. Обыкновенно озоленіе шло очень медленно. Остатокъ приходилось обыкновенно растворять въ небольшомъ количествѣ дистиллированной воды, растворъ солей профильтровывать черезъ маленький фильтръ съ извѣстнымъ содержаніемъ золы въ стаканчикъ и фильтръ промыть кипящей дистиллированной водой. Затѣмъ остатокъ вмѣстѣ съ фильтромъ вносился опять обратно въ чашку, еще разъ накаивался, а въ случаѣ если и теперь еще не получалось полнаго сгоранія, операція эта повторялась еще разъ и такъ до тѣхъ поръ, пока не получался совершенно бѣлый зольный остатокъ. Послѣ этого прибавлялся фильтръ и

промывная вода, сгущались на водяной бане и остаток осторожно накаливался на Бунзеновской горелке, затем охлаждался и взвешивался. Изъ въсвоей разности до и послѣ накаливанія опредѣлялись вещества огнеупорныя, а также и летучія.

Общее содержание азота опредѣлялось по методу Kjeldahl'я, модифицированному Wilfarth'омъ, введенному проф. Хлопинымъ<sup>1)</sup> при изслѣдованіи сточныхъ водъ. 200 куб. сант. сточной воды подкислялись сѣрной кислотой, выпаривались на водяной бане почти досуха, остатокъ вносился въ колбу Kjeldahl'я съ длинной шейкой, обливался 20 куб. сант. раствора Kulisch'a, т. е. раствора ангидрида фосфорной кислоты въ концентрированной сѣрной кислотѣ, а затемъ еще прибавлялось небольшое количество — 0,5—1,0 металлической ртути.

Жидкость нагревалась сначала слабо, затемъ сильнѣе, до тѣхъ поръ, пока она не начинала пѣниться и подниматься; какъ только наступалъ этотъ моментъ, колбу снимали съ пламени и оставляли стоять на 24 часа; этимъ избѣгали потери вещества вслѣдствіе разбрызгиванія жидкости. Послѣ 24 часового стоянія жидкости, образованія пѣны и пузырей при нагреваніи колбы больше не получалось. Жидкость держали въ теченіе нѣсколькихъ часовъ въ состояніи кипѣнія, пока она не принимала чистую бѣлую окраску и пока не достигалось полной минерализаціи вещества.

Послѣ совершеннаго охлажденія содержимое колбы выливалось въ Erlenmeyer'овскую колбу, колбу тщательно промывали дистиллированной водой, жидкость доводилась приблизительно до объема въ 300 грам., и прибавлялись 10 куб. сант. насыщеннаго раствора сѣрнистаго калия, чтобы ртуть выдѣлилась въ видѣ сѣрнистой ртути. Такъ какъ содержание сѣроводорода было бы при дальнѣйшихъ дѣйствіяхъ замѣтной помѣхой, то жидкость нагревалась, пока запахъ сѣроводорода не былъ больше ошутимъ. Весь азотъ превра-

1) Г. В. Хлопинъ. „Материалы для оцѣнки вентиляціи сточныхъ каналовъ“. Сборникъ работъ Гигіенич. Инстит. Юрьевскаго Университ. Вып. I, стр. 353—418.

щается при этомъ процессѣ въ кислый сѣрнокислый аммоній. Послѣ совершеннаго охлажденія жидкости прибавляли небольшое количество хорошо прокаленного талька, чтобы предотвратить толчки жидкости, затемъ прибавлялось точно взвѣшенное количество концентрированной натронной щелочи (70 к. с.) и немедленно соединяли колбу съ холодильникомъ и освобожденное количество амміака собирали въ растворъ  $\frac{1}{10}$ -нормальной сѣрной кислоты. Къ послѣдней прибавляли уже въ началѣ перегонки какъ индикаторъ 15 капель раствора кошенили, чтобы немедленно замѣтить избытокъ амміака. Обратное титрованіе производилось растворомъ  $\frac{1}{10}$ -нормальной натронной щелочи; каждый кубическій сантиметръ  $\frac{1}{10}$ -нормальной сѣрной кислоты соответствуетъ 0,0014 азота.

Содержаніе азота въ взвѣшенныхъ въ водѣ веществахъ опредѣлялось либо косвеннымъ образомъ, причемъ опредѣлялось сначала содержаніе азота въ профильтрованной сточной водѣ, а затемъ въ непрофильтрованной; разность между количествами азота въ обѣихъ даетъ количество азота въ взвѣшенныхъ въ водѣ веществахъ; или же это количество опредѣлялось прямымъ способомъ, если количество взвѣшенныхъ веществъ было значительнымъ; при этомъ 1—2 грм. хорошо высушеннаго вещества опредѣлялись въ маленькой колбѣ по вышеозначенному Kjeldahl'евскому методу, такъ что азотъ являлся для опредѣленія въ формѣ амміака.

Амміакъ опредѣляли немедленно послѣ взятія пробы; для этого 100—250 куб. сант. профильтрованной сточной воды перегонялись въ Erlenmeyer'овской колбѣ послѣ прибавленія прокаленной окиси магнія. Перегонъ собирали въ приемникъ съ титрованной сѣрной кислотой и послѣднюю обратнo титровали съ нормальной натронной щелочью.

Опредѣленіе азотной кислоты производилось по методу Ulsch'a, по которому азотная кислота въ растворѣ содержитъ сѣрную кислоту редуцируется при помощи Ferr. hydrog. reduct. въ амміакъ послѣдній перегонялся и опредѣлялся.

Присутствіе азотистыхъ веществъ доказывалось при помощи іодистаго калия и крахмального клейстера, Органической азотъ вычислялся изъ разности такимъ образомъ, что изъ общаго количества азота вычиталось количество его, находя-



щееся въ неорганическомъ соединеніи въ видѣ нитратовъ, аммонійныхъ солей и т. д.

Для опредѣленія углекислоты и органическаго углерода я пользовался слѣдующимъ аппаратомъ, рекомендованнымъ J. Köpfig'омъ<sup>1)</sup> и Farnsteiner'омъ<sup>2)</sup> для количественнаго опредѣленія углерода органическихъ веществъ. Аппаратъ состоитъ изъ 2 частей, изъ колбы съ надѣтымъ на нее холодильникомъ, въ которой происходитъ разложеніе углекислыхъ соединений, а также сгораніе органическаго вещества, и изъ системы U-образныхъ трубокъ и шарообразныхъ трубокъ, въ которыхъ газъ очищается и приводится къ поглощенію. Первая часть состоитъ изъ объемистой Kjeldahl'евской колбы съ длинной шейкой, заткнутой каучуковой пробкой съ 3 отверстиями; черезъ одно отверстие проходитъ трубка холодильника, черезъ это же отверстие отводится освобожденная углекислота; среднее отверстие имѣетъ шарообразную воронку съ стекляннымъ краномъ, для вливанія сѣрной кислоты и раствора хромовой кислоты, не вынимая каучуковой пробки; черезъ третье отверстие проходитъ стеклянная трубка, доходящая до дна, служащая для притока воздуха и находящаяся въ соединеніи съ Varrentarr-Will'евской шарообразной трубкой; послѣдняя наполнена калийной щелочью для задерживанія углекислоты притекающаго снаружѣ воздуха.

Вторая часть аппарата имѣетъ слѣдующее устройство: Peligot'овская трубка, наполненная приблизительно 20 куб. сант. концентрированной сѣрной кислоты и трубка съ хлористымъ кальціемъ; обѣ служатъ для того, чтобы освобождать газъ отъ водяныхъ паровъ. Затѣмъ слѣдуетъ двѣ U-образныя трубки, наполненныя кусками пемзы, пропитанными растворомъ мѣднаго купороса, чтобы удерживать малѣйшіе слѣды сѣрводорода. Дальше слѣдуетъ Либиховскій кали-аппаратъ, въ которомъ поглощается углекислота. Ко-

1) Zeitschrift für Untersuchung der Nahrungs- u. Genussmittel, 1901, Viertes Jahrgang. N. 5, pag. 193.

2) Farnsteiner, Buttenberg и Korn Leitfaden für die chem. Untersuchung von Abwasser. 1902.

нецъ составляютъ двѣ U-образныхъ трубки, одна съ хлористымъ кальціемъ, другая съ натронной известью, предназначенныя для удерживанія изъ воздуха углекислоты и влажности. Съ послѣдней U-образной трубкой соединяется аспираторъ, который къ концу опыта просасывается черезъ аппаратъ послѣдніе слѣды углекислоты и такимъ образомъ приводитъ ихъ въ кали-аппаратъ. Всѣ U-образныя трубки снабжены стеклянными кранами, такъ что онѣ по желанію могутъ открываться и закрываться.

Для опредѣленія углекислоты извѣстное количество профильтрованной сточной воды осаждалось баритовой водой, къ которой прибавлено было нѣсколько куб. сант. раствора хлористаго барія; послѣ отстаиванія осадка прозрачная, находящаяся надъ осадкомъ, жидкость сливалась и быстро профильтровывалась черезъ маленький фильтр. Осадокъ и фильтръ немедленно вносились въ колбу аппарата, холодильникъ соединяли съ Peligot'овской трубкой и при помощи аспиратора проводили черезъ аппаратъ токъ воздуха, чтобы поглотились послѣдніе слѣды углекислоты въ кали-аппаратъ. Послѣ того какъ послѣдній былъ взвѣшенъ и затѣмъ снова введенъ въ аппаратъ, въ колбу впускали изъ шарообразной воронки разведенной 10%-ой сѣрной кислоты и выдѣленіе углекислоты ускоряли слабымъ нагреваніемъ колбы. Подъ конецъ медленно, равномерно просасывался токъ воздуха, съ которымъ поглощались въ Либиховскомъ кали-аппаратѣ послѣдніе слѣды углекислоты. Прибыль въ всѣхъ кали-аппаратахъ показывала количество поглощенной углекислоты.

Опредѣленіе углерода производится такъ же просто, только предварительно происходитъ окисленіе углерода въ углекислоту.

100 куб. сант. сточной воды смѣшивались въ колбѣ съ 2 граммами марганцовокислаго калия, воздухъ при помощи аспиратора просасывался черезъ аппаратъ и посредствомъ дѣлительной воронки прибавлялось 10 куб. сант. 20% раствора сѣрнокислой ртути, а также 40 куб. сант. разведенной сѣрной кислоты. Весь углеродъ переходитъ въ углекислоту, естественно при этомъ освобождается и преформированная углекислота; такъ какъ послѣдняя была уже опредѣлена сама по

себѣ, то изъ разности между опредѣленной изъ углекислыхъ соединений углекислотой и полученнаго при послѣднемъ опредѣленіи общаго количества углекислоты, можно вычислить количество углекислоты, образовавшейся изъ органическаго углерода при окисленіи. Умноженіемъ послѣдняго на 0,2728 можно вычислить содержаніе органическаго углерода въ данномъ количествѣ сточной воды. Опредѣленіе углерода въ взвѣшенныхъ веществахъ производилось слѣдующимъ образомъ: отмѣренное количество сточной воды быстро профильтровывалось при помощи водоструйнаго насоса черезъ азбестовый фильтръ, остатокъ промывался небольшимъ количествомъ дистиллированной воды и вмѣстѣ съ азбестовой массой вошелъ въ колбу. У городской сточной воды, гдѣ количество взвѣшеннаго вещества было значительно, послѣднее осаждалось хлорнымъ желѣзомъ и уксуснокислымъ натріемъ и послѣ высушивания точно взвѣшенное количество вносило въ колбу, прибавлялось 40 куб. сант. разведенной сѣрной кислоты, жидкость съ открытой холодильной трубкой кипятилась въ продолженіи  $\frac{1}{2}$  часа, чтобы образовавшуюся въ готовомъ видѣ углекислоту выдѣлить изъ могущаго находиться углекислаго кальція или магнезія. Затѣмъ холодильникъ соединяли съ Peligot'овской трубкой, пропускали при помощи аспиратора струю воздуха для удаленія слѣдовъ углекислоты и прибавляли 10 куб. сант. 20 % раствора сѣрнокислой ртути и 10 куб. сант. 50 % раствора хромовой кислоты. При сильномъ пропускании черезъ холодильникъ холодной воды, черезъ шарообразную воронку медленно прибавляли 50 куб. сант. концентрированной сѣрной кислоты и колбу нагревали на слабомъ огнѣ до тѣхъ поръ, пока весь углеродъ не окислился въ углекислоту и больше уже не появлялись въ Peligot'овской трубкѣ пузырьки газа. Теперь соединяли съ аспираторомъ и пропускали равномерный токъ воздуха, жидкость же въ колбѣ все время держали при этомъ въ состояніи кипѣнія, чтобы поглотились послѣдніе слѣды углекислоты.

При помощи вышеописаннаго аппарата я опредѣлялъ также и сѣрководородъ въ газовой водѣ, съ тою только разницей, что я исключилъ Peligot'овскую трубку съ концентрированной сѣрной кислотой и замѣнилъ ее другой труб-

кой съ хлористымъ кальціемъ. Сѣрководородъ связывался въ обѣихъ U-образныхъ трубкахъ, содержащихъ пропитанные растворомъ сѣрнокислой мѣди кусочки пемзы, и съ такою уже полнотою въ первой U-образной трубкѣ что вторая вообще не обнаруживала никакой прибыли въ вѣсѣ. Прибыль вѣса трубочки указывала количество поглощеннаго сѣрководорода.

Опредѣленіе хлора производилось вѣсовымъ анализомъ. Съ этой цѣлью 100 куб. сант. сточной воды выпаривались послѣ подкисленія азотной кислотой до половины, хлоръ осаждали въ кипящей горячей жидкости, при постоянномъ помѣшиваніи, азотнокислымъ серебромъ, полученное хлористое серебро быстро отфильтровывали и промывали горячей водой; фильтръ вмѣстѣ съ содержимымъ высушивали при 100° С., причѣмъ по возможности старались предохранить хлористое серебро отъ разложенія отъ дѣйствія свѣта. Хлористое серебро тщательно счищали съ фильтра на часовое стеклышко, а фильтръ сжигали въ фарфоровомъ тиглѣ. Золу фильтра предварительно смачивали азотной кислотой, затѣмъ нѣсколькими каплями соляной кислоты; послѣ удаленія кислотъ слабымъ нагреваніемъ, прибавляли собранное на часовое стеклышко хлористое серебро и тигль сильно прокаливали; по охлажденіи въ эксикаторѣ, хлористое серебро взвѣшивали.

Фосфорная кислота. 100 куб. сант. профильтрованной сточной воды выпаривались до-суха съ азотной кислотой, остатокъ два раза выпаривался съ 50 куб. сант. азотной кислоты, чтобы удалить хлориды, сдѣлать нерастворимой кремневую кислоту и разрушить органическія вещества. Остатокъ растворялся въ разведенной азотной кислотѣ и послѣ добавленія 100 куб. сант. молибденоваго раствора, ставился на нѣсколько часовъ на водяную баню въ 60—80° С. и затѣмъ на 12 часовъ оставлялся стоять. Затѣмъ осадокъ декантацией въ стаканчикѣ промывался на маленькій фильтръ. Для промыванія осадка служилъ растворъ, состоящій изъ 100 частей молибденоваго раствора, 20 частей азотной кислоты и 80 частей воды, фильтръ съ находящимся на немъ желтымъ осадкомъ обрабатывался легко нагрѣтой ам-

мачной водой (1 : 3) надъ стаканчикомъ, въ которомъ происходило осаждение, до тѣхъ поръ, пока желтый осадокъ вполне растворялся. Затѣмъ фильтръ 7—8 разъ промывался горячей водой; если осадокъ на днѣ стакана еще не совсѣмъ растворился, то прибавлялось еще нѣкоторое количество аммиачной жидкости, пока осадокъ не растворялся совершенно. Осаждение производилось по методу Fresenius'a, — растворъ осторожно нейтрализовался соляной кислотой, прибавлялось 6—8 куб. сант. амміака, удѣльного вѣса 0,925, и послѣ охлаждения прибавлялась по каплямъ при помѣшиваніи магниезальная смѣсь (20 грм.). Затѣмъ еще прибавлялся неразведенный амміакъ (приблизительно  $\frac{1}{4}$  общаго объема). Осаждающийся мелкозернистый кристаллическій осадокъ фосфорнокислой аммоніи — магниевой соли, отфильтровывался и промывался разведеннымъ аммиачнымъ растворомъ; фильтръ съ осадкомъ просушивался при слабомъ нагрѣваніи въ платиновомъ тиглѣ. Послѣ этого сильно прокаливался, чтобы перевести осадокъ въ пиррофосфорную соль магнія. Количество послѣдней, умноженное на 0,639, указывало содержаніе  $P_2 O_5$ .

Для опредѣленія кремневой кислоты, сѣрной кислоты, окиси желѣза и алюминія, а также кальция и магнія, выпаривалось 250—500 куб. сант. фильтрованной сточной воды, остатокъ прокаливался при слабомъ красно-каильномъ жарѣ и сгораніи органическаго вещества поддерживалось прибавленіемъ азотнокислаго аммонія, пока не достигалась окончательная минерализація. По охлажденіи сухая масса въ платиновой чашкѣ обливалась концентрированной соляной кислотой, послѣдняя выпаривалась на водяной банѣ и остатокъ еще разъ смачивался небольшимъ количествомъ концентрированной соляной кислоты, нагрѣвался короткое время на водяной банѣ и обливался горячей дистиллированной водой. При этомъ выдѣлялась кремневая кислота; растворъ профильтровывался черезъ фильтръ съ извѣстнымъ содержаніемъ золы и остатокъ на фильтрѣ хорошо промывался горячей водой. Остатокъ вмѣстѣ съ фильтромъ хорошо прокаливался и по вычитаніи золы фильтра получалось количество растворенной въ водѣ кремневой кислоты. Филь-

тратъ вмѣстѣ съ промывной водой доводился до извѣстнаго объема и отъ послѣдняго употреблялись точно отмѣренныя количества для опредѣленія вышеназванныхъ составныхъ частей.

Для опредѣленія сѣрной кислоты выпарено было 100 куб. сант. фильтрата до  $\frac{1}{2}$  объема и къ кипящему раствору добавлено было въ небольшомъ избыткѣ растворъ хлористаго барія; сначала приливался по каплямъ горячій 1% растворъ, затѣмъ болѣе концентрированный растворъ хлористаго барія, пока не замѣчалось больше усиленія мути.

Послѣ окончанія осажденія стаканчикъ закрывался и оставался стоять на 12 часовъ. Затѣмъ прозрачная находившаяся надъ осадкомъ, жидкость отфильтровывалась черезъ шведскій фильтръ съ извѣстнымъ содержаніемъ золы, осадокъ повторной декантаціей промывался горячей водой до полнаго исчезновенія хлорной реакціи и наконецъ смывался на фильтръ. Послѣ высушиванія осадокъ сѣрнокислаго барія вносился въ платиновый тигль; фильтръ сжигался въ платиновой спирали, золу его соединяли съ осадкомъ въ тиглѣ, послѣдній прокаливался и, послѣ охлаждения въ эксикаторѣ, взвѣшивался. Каждый миллиграммъ сѣрнокислаго барія давалъ 0,3434  $SO_3$  для соотвѣстнаго количества воды.

Другая часть фильтрата служила для опредѣленія окиси желѣза, окиси алюминія, а въ случаѣ присутствія фосфорной кислоты, для опредѣленія и этой послѣдней. Жидкость осторожно смѣшивали съ амміакомъ до постоянной мути, затѣмъ прибавляли уксусно-кислаго аммонія, а также небольшое количество свободной уксусной кислоты, пока реакція не перешла въ слабо кислую.

Осадокъ, образующійся при слабомъ нагрѣваніи, быстро отфильтровывался и хорошо промывался, вмѣстѣ съ фильтромъ высушивался, прокаливался и взвѣшивался. По вычитаніи золы фильтра получалась количество  $Fe_2 O_3$  и  $Al_2 O_3$ . Въ присутствіи фосфорной кислоты, послѣдняя также при этомъ выдѣлялась, и въ этомъ случаѣ точно взвѣшенное количество раствора хлорнаго желѣза прибавлялось къ раствору изъ бюретки еще до осажденія; — количество прибавленнаго желѣза конечно потомъ при вычисленіи отсчитывалось. Въ такомъ случаѣ опредѣлялись количества желѣза, алюминія

и фосфорной кислоты. Так как содержание фосфорной кислоты в водѣ всегда опредѣлялось уже раньше, то фосфорную кислоту отсчитывали отъ вышеозначенной суммы и такимъ образомъ получалось количество  $Fe_2O_3 + Al_2O_3$ .

Фильтратъ и промывныя воды отъ предыдущаго опредѣленія желѣза и алюминія сливались вмѣстѣ и служили для количественнаго опредѣленія кальція и магнія. Къ жидкости примѣшивали нѣсколько капель уксусной кислоты и избытокъ щавелево-кислаго аммонія, нагрѣвали до кипѣнія и послѣ охлажденія разбавляли до 250 куб. сант. Послѣ того какъ осадокъ вполне осадился, находящуюся надъ осадкомъ жидкость профильтровывали черезъ маленькій фильтръ. Первые 200 куб. сант. фильтрата сохранялись для опредѣленія магnezия. Осадокъ смывался на фильтръ, хорошо промывался горячей водой и высушенный затѣмъ фильтръ вмѣстѣ съ содержимымъ сжигался и прокаливался въ платиновомъ тиглѣ передъ паяльной горѣлкой. Щавелевокислый кальцій при этомъ переводился въ окись кальція и въ качествѣ таковой взвѣшивался. Сохраненные для опредѣленія магнія 200 куб. сант. выпаривались до незначительнаго объема, смѣшивались съ 20 куб. сант. амміака, небольшимъ количествомъ хлористаго аммонія и 10 куб. сант. насыщеннаго раствора фосфорнокислаго натрія; смѣсь ставилась на 12 часовъ въ теплое мѣсто. Осадокъ фосфорнокислой аммонійно-магнѣевой соли собирался на фильтръ, хорошо промывался слабымъ растворомъ амміака, высушивался и прокаливался передъ паяльной трубкой. Пирофосфорнокислая соль магнія  $Mg_2P_2O_7$ , получаемая при этомъ, переводилась на окись магнія умноженіемъ количества первой на 0,36.

При всѣхъ опытахъ въ акваріумахъ постоянно контролировалось количество находящагося раствореннымъ въ водѣ кислорода. При опредѣленіи послѣдняго я пользовался методомъ Winkler'a, который по изслѣдованіямъ проф. Хлопина<sup>1)</sup> по своей простотѣ и легкости выполнения, оставляетъ за собою всѣ остальные методы опредѣленія кислорода,

1) Г. В. Хлопинъ. „Методика опредѣленія кислорода“. 1896, стр. 99. Москва.

а также и въ отношеніи точности не оставляетъ ничего большаго желать. При этомъ за особое преимущество этого метода надо считать тѣ обстоятельства, что кислородъ сейчасъ же послѣ взятія пробы на мѣстѣ можетъ быть связанъ безъ того, чтобы требовалось немедленное изслѣдованіе въ лабораторіи. Мѣшающее ходу опредѣленія кислорода влияние, оказываемое азотисто-кислыми солями, въ случаѣ ихъ присутствія въ водѣ, устранялось по К. В. Lehmann'у и Fitzau<sup>1)</sup> редуціей ихъ въ азотъ. Сейчасъ же по взятіи пробы, если въ водѣ обнаруживалось присутствіе нитритовъ, прибавлялось незначительное количество 10% раствора мочевины я такое же количество 25% сѣрной кислоты и оставлялось на нѣсколько часовъ стоять, пока не произошла редуція нитритовъ въ азотъ. Тогда опредѣленіе кислорода могло быть прочтено по Winkler'овскому методу обыкновеннымъ образомъ. Принципъ этого метода заключается въ слѣдующемъ: если растворъ хлористаго марганца и натронной щелочи, при устраненіи доступа воздуха, будутъ внесены въ закрытую бутылку съ водой, то немедленно образуется гидратъ закиси марганца, который однакоже немедленно окисляется раствореннымъ въ водѣ кислородомъ въ гидратъ окиси марганца; если прибавить теперь іодистаго каляя и соляной кислоты, то образуется опять хлористый марганецъ и количество іода, эквивалентное кислороду. Количество іода титруютъ съ  $1/100$ -растворомъ сѣрноватистокислаго натра и по израсходованіи послѣдняго, вычисляютъ количество кислорода, находившееся въ данномъ количествѣ воды; каждому куб. сант. раствора сѣрноватистокислаго натрія соотвѣтствуетъ 0,0558 куб. сант. кислорода при 0° и 760 мм. давления.

По Winkler'у реакція протекаетъ слѣдующимъ образомъ<sup>2)</sup>:

1.  $2MnCl_2 + 4NaHO = 4NaCl + 2Mn(OH)_2$ .
2.  $2Mn(OH)_2 + O + H_2O = 2Mn(OH)_3$ .
3.  $2Mn(OH)_3 + 6HCl = 2MnCl_3 + 6H_2O$ .
4.  $2MnCl_3 + 2KJ = 2MnCl_2 + 2KCl + 2J$ .

1) К. В. Lehmann. „Die Methoden der prakt. Hygiene“. 1901, pag. 227.

2) Г. В. Хлопинъ. „Способъ и приборы для опредѣленія кислорода

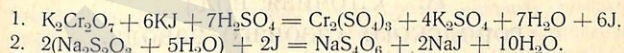
Слѣдующіе реактивы необходимы для выполнения определѣнія.

1. Растворъ, содерж. 40 грм. кристаллизованнаго свободнаго отъ желѣза хлористаго марганца въ 100 куб. сант. воды
2. Растворъ, содерж. 32 грм. гидрата окиси натрія и 10 грм. іодистаго калия въ 100 куб. сант. прокипяченной дестиллированной воды.
3. Растворъ крахмала.
4. Концентрированная, свободная отъ хлора соляная кислота.
5.  $\frac{1}{100}$ -нормальнаго раствора сѣрноватисто кислаго раствора натрія.

Для взятія пробъ воды служили бутылки емкостью въ 250 куб. сант. съ хорошо притертыми стеклянными пробками. Раствора хлористаго марганца, а также раствора гидрата окиси натрія и іодистаго калия прибавлялось къ водѣ по 3 куб. сант. при помощи длинныхъ пипетокъ, доходившихъ до дна бутылочкѣ; бутылки немедленно хорошо закупоривались и содержимое ихъ помощью опрокидыванія тщательно перемѣшивалось. Послѣ полного осажденія бурого осадка прибавлялось изъ длинной пипетки 10 куб. сант. соляной кислоты и осадокъ доводился до растворенія. Выдѣленный іодъ титровался растворомъ сѣрноватистокислаго натрія. Последний растворъ былъ приготовленъ соответственнымъ разведеніемъ  $\frac{1}{10}$ -нормальнаго раствора сѣрноватистокислаго натрія дестиллированной водой.  $\frac{1}{10}$ -нормальный растворъ приготавливался часто въ свѣжемъ видѣ такимъ образомъ, что приблизительно 25,5 грм.  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 5\text{H}_2\text{O}$  разводились до одного литра воды и титръ послѣдняго раствора устанавливался по раствору, содержащему определенное количество  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ . Растворъ двухромовокислаго калия содержалъ 4,9 выкристаллизованнаго, химически чистаго, высушеннаго при  $100^\circ\text{C}$  двухромовокислаго калия, раствореннаго въ 1 литрѣ воды. Установка титра производилась по послѣднему раствору слѣдующимъ образомъ: Изъ бюретки наливались въ бутылку съ притертой проб-

въ газовыхъ смѣсяхъ посредствомъ титрованія". Сборн. работъ Гигиенич. Лабораторіи Юрьевского Университета. Вып. I. 1902. стр. 2.

кой 10 куб. сант. раствора двухромовокислаго калия, прибавлялся 1 грм. чистаго іодистаго калия и немного сѣрной кислоты, бутылка закупоривалась и оставлялась на нѣсколько минутъ стоять; при этомъ выдѣляется свободный іодъ, который титруется съ растворомъ сѣрноватисто кислаго натрія. Реакція протекаетъ въ слѣдующихъ фазахъ <sup>1)</sup>.



Какъ только растворъ при прибавленіи сѣрноватистокислаго натрія дѣлался блѣдно желтымъ, прибавлялось 100 куб. сант. дестиллированной воды и немного раствора крахмала, затѣмъ осторожно титровали дальше, пока окраска изъ блѣдно-синей не превращалась въ свѣтло-зеленую. Такъ какъ растворъ сѣрноватистокислаго натрія былъ сильнѣе, то никогда не расходовались полные 10 куб. сант. — а всегда въ нѣсколько десятыхъ куб. сант. меньше; чтобы привести растворъ къ  $\frac{1}{100}$ -нормальнаго, послѣдній соответственно разбавлялся дестиллированной водой.

1) E. Schmidt. Lehrbuch der Pharmaceutischen Chemie Anorganischer Teil. 1898 pag. 567.

## А. Сточная вода городского газового завода.

Сточная вода свѣтлительнаго газового завода отличается отъ всѣхъ остальныхъ сточныхъ водъ своимъ физическимъ качествомъ, а также и въ отношеніи своего химическаго состава самымъ невыгоднымъ образомъ. Отвратительный вкусъ, который эта сточная вода придаетъ водѣ, пронизательный, весьма неприятный запахъ находящихся въ ней летучихъ соединений, высокая ядовитость ея составныхъ частей, уже а priori заставляютъ считать спускъ образующихся при фабрикации свѣтлительнаго газа стоковъ въ проточную воду крайне нежелательнымъ. Санитарныя неудобства, а также тѣ опасности, которыя можетъ вызвать загрязненіе воды стоками завода свѣтлительнаго газа, во всякомъ случаѣ заслуживаютъ такого же вниманія, какъ и вредъ, могущій возникнуть, благодаря такому загрязненію рѣки, для рыбоводства.

При процессѣ фабрикации свѣтлительнаго газа изъ каменнаго угля образуются слѣдующіе продукты разложенія: свѣтлительный газъ, смола, коксъ и содержащая амміакъ вода; послѣдняя называется просто газовой водой и составляетъ главную массу сточной воды при фабрикации свѣтлительнаго газа. Газовая вода отчасти образуется уже въ приемникѣ, въ конденсаторахъ и аппаратахъ служащихъ для очищенія газа отъ остатковъ дегтя. Хотя послѣднія и служатъ главнымъ образомъ для отчищенія газа отъ остатковъ дегтя, но однако же въ нихъ все таки вмѣстѣ съ тѣмъ отдѣляется часть амміака, сѣроводорода и углекислоты. Большая часть газовой воды образуется въ газовыхъ промывателяхъ, такъ наз. „Scrubber'axъ“, которые служатъ для удаленія амміака изъ газа мокрымъ путемъ, и одновременно съ тѣмъ удаляютъ сѣроводородъ и углекислоту изъ газа.

Въ Берлинскихъ газовыхъ заводахъ<sup>1)</sup> при помощи Scrubber'a удаляютъ почти все количество амміака изъ свѣтлительнаго газа; газъ содержащій до прохожденія чрезъ Scrubber еще 200—400 грм. амміака на 100 куб. метр. освобождается отъ послѣдней примѣси до незначительныхъ слѣдовъ — до 1—10 грм. въ 100 куб. метр. газа. Высокое содержаніе въ газовой водѣ амміака привело въ скоромъ времени газовые заводы къ мысли примѣнить остатокъ отъ приготовленія газа для практическихъ цѣлей и получать изъ послѣдняго обратно амміакъ. При фабричномъ добываніи аммонійныхъ солей, специально сѣрнокислаго аммонія, хлористаго аммонія и т. д., впоследствии стали употреблять исключительно газовую воду, какъ самый дешевый исходный матеріалъ.

Въ здѣшнемъ газовомъ заводѣ не производится обработки остатковъ отъ приготовленія газа и газовая вода вливается, хотя и въ разведенномъ видѣ, въ Эмбахъ по уличной канавѣ, вначалѣ крытой, потомъ же открытой, которая впадаетъ въ рѣку въ концѣ Рыночной улицы. По Müsspratt'y<sup>2)</sup> главныя составныя части газовой воды слѣдующія:

Углеамміачныя соли	
Сѣрнистый аммоній . . . . .	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S.
Кислый сѣрнистый аммоній . . . . .	NH <sub>4</sub> SH.
Хлористый аммоній . . . . .	NH <sub>4</sub> Cl.
Роданистый аммоній . . . . .	NH <sub>4</sub> CNS.
Цианистый аммоній . . . . .	NH <sub>4</sub> CN.
Жельзисто-синеродистый аммоній	4NH <sub>4</sub> Fe(CN) <sub>6</sub>
Сѣрнокислый аммоній . . . . .	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .
Сѣрнисто-кислый аммоній . . . . .	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> .
Сѣрноватисто-кислый аммоній . . . . .	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .
Уксусно-кислый аммоній . . . . .	NH <sub>4</sub> C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> .
Свободный амміакъ . . . . .	NH <sub>3</sub>
Азотъ содерѣжащ. основанія (амины).	

<sup>1)</sup> Müsspratt. Encyclopädisches Handbuch der Technischen Chemie. Bd. V., pag. 451.

<sup>2)</sup> Ibid pag. 335.

Главную составную часть представляет углекислый аммоний; затѣмъ слѣдуетъ сѣрнокислый аммоній, также не въ маломъ количествѣ встрѣчается и хлористый аммоній, благодаря содержанию поваренной соли въ каменномъ углѣ. Остальные составныя части встрѣчаются всѣ въ меньшихъ количествахъ. Желѣзисто-синеродистый аммоній образуется дѣйствіемъ цианисто-водородной кислоты на желѣзные стѣнки приемника, проводныхъ трубъ и очистительныхъ аппаратовъ. Роданистый водородъ образуется съ своей стороны въ осаждающейся газовой водѣ дѣйствіемъ сѣрнистаго углерода на амміакъ или цианистаго водорода на много-сѣрнистый аммоній или сѣрводорода на амміакъ въ присутствіи кислорода.

Газовая вода одной англійской фабрики имѣла по Dupouy<sup>1)</sup> слѣдующій составъ:

Общее количество амміака	— 20,45	грм.
Общее количество сѣры	— 3,92	"
Сѣрнистый аммоній	— 3,03	грм. соотвѣств. 1,01 грм. амміака
Углекислый "	— 39,16	" " 13,87 " "
Хлористый "	— 14,23	" " 4,52 " "
Роданистый "	— 1,80	" " 0,40 " "
Сѣрнокислый "	— 0,19	" " 0,05 " "
Сѣрноват.-кисл. "	— 2,80	" " 0,64 " "
Жел-сто-синерод.амм.—	0,41	" " 0,10 " "

Аммонійныхъ солей 61,62 грм., амміака 20,59 грм.

J. R. Appleyard и P. Kay<sup>2)</sup> даютъ слѣдующій составъ газовой воды на литръ:

	a)	b)
Общее количество амміака	— 29,1	грм. 29,8
Роданистый аммоній	— 1,7	" 1,6

1) Muspratt. „Encyclopädisches Handbuch der Technischen Chemie“. Bd. V, pag. 371.

2) J. König. „Die Verunreinigung der Gewässer“. Bd. II, pag. 360.

Углекислый аммоній	— 57,4	грм.	57,2	грм.
Общее количество сѣры	— 6,4	"	6,4	"
Сѣрнистый аммоній	— 9,4	"	9,0	"
Сѣрнисто-кислый аммоній	— 1,6	"	1,5	"
Хлористый аммоній	— 10,5	"	10,3	"
Сѣрнокислый аммоній	— 0,15	"	0,13	"
Сѣрноватисто кислый аммоній	— слѣды		слѣды	
Желѣзисто-синеродистый аммоній	— 9,47	"	9,90	"

G. Th. Gerlach<sup>1)</sup> нашель въ трехъ различныхъ газowych водахъ на литръ:

	1)	2)	3)
Сѣрноватисто-кислаго натрія	— 0,1036	грм.	— гр.
Сѣрноватисто-кислаго аммонія	—	0,1628	" 0,5032
Сѣрнистаго аммонія	— 0,0340	"	0,0646 " 0,2222
Двууглекислаго аммонія	— 0,1050	"	0,1470 " 0,2450
Углекислаго аммонія	— 0,4560	"	0,7680 " 0,3120
Сѣрнокислаго аммонія	— 0,0462	"	0,0858 " 0,1320
Хлористаго "	— 3,0495	"	0,7120 " 0,3745

Содержаніе амміака колеблется по анализамъ J. Nessler<sup>1)</sup> и R. Hoffmann<sup>2)</sup> между 0,28 и 2 %.

Изъ вышеприведенныхъ цифръ мы видимъ, что воды разныхъ заводовъ показываютъ совершенно различный составъ. Въ большинствѣ случаевъ это зависитъ отъ качества угля, затѣмъ отъ различія въ очистительныхъ процессахъ, а также отъ устройства аппаратовъ для промыванія. Сточная вода, которую изслѣдовалъ я, взята была изъ резервуара газоваго завода и по даннымъ, которыя представили мнѣ на заводѣ, должна была представлять 15 кратное разведеніе газовой воды. Сточная вода была свѣтложелтаго цвѣта, довольно прозрачна; пахла она такъ отвратительно, что болѣе долгое пребываніе въ помѣщеніи, гдѣ я производилъ съ ней свои анализы, дѣлалось почти невозможнымъ. Не смотря на то, что я работалъ съ крайнею осторожностью, я, въ продолженіе всего времени

1) J. König. „Die Verunreinigung der Gewässer“, Bd. II pag. 359.

2) Ibid. Bd. II pag. 359.

моихъ съ ней опытовъ ощущалъ постоянное недомоганіе, выражавшееся въ головной боли, чувствѣ тошноты, головокруженіи. При анализѣ оказалось, что сточная вода содержала 0,6% амміака, что, предполагая высшее содержание въ газовой водѣ въ 2%, дало бы только 3—4 кратное разведеніе газовой воды. Дальнѣйшія, полученныя при анализѣ, цифры подтвердили это предположеніе.

Въ одномъ литрѣ я нашель слѣдующія количества въ граммахъ:

Взвѣшенныхъ веществъ . . .	0,0305	грм.	SO <sub>2</sub>	—0,729	гр.
Остатковъ послѣ прокаливанія . . . . .	0,0075	"	H <sub>2</sub> S	—2,362	"
Потеря при прокаливаніи . . .	0,023	"	SO <sub>3</sub>	—0,009	"
Общ. количества азота . . .	5,096	"	SiO <sub>2</sub>	—слѣды	"
Общ. количества амміака . . .	6,018	"	CaO	—0,0495	"
Общ. количества сѣры . . .	3,040	"	Mgo	—0,021	"
Неорганическаго азота . . .	4,956	"	H <sub>4</sub> FeCy <sub>6</sub>	—0,905	"
Органическаго азота . . . . .	0,140	"	HCNS	—0,486	"
CO <sub>2</sub> . . . . .	3,962	"	Фенола	—0,237	"
Cl . . . . .	1,320	"			

Чтобы получить приблизительный обзоръ и чтобы имѣть возможность сравнить изслѣдованную мною сточную воду съ таковою Appayard'a и Kay'a, а также Gerlach'a и Dyson'a, я также вычислилъ всѣ кислоты на амміакъ и пришелъ при этомъ къ слѣдующему результату:

Общее количество амміака	— 6,018	грм.
Общее количество сѣры	— 3,040	"
Хлористаго аммонія	— 1,989	" 0,632NH <sub>3</sub> =
Сѣрнокислаго аммонія	— 0,043	" 0,011 " = 0,010 сѣры
Сѣрнистоислаго аммонія	— 1,321	" 0,387 " = 0,364 "
Сѣрноватисто-кисл. аммонія	— 0,361	" 0,082 " = 0,156 "
Кислаго сѣрнист. аммонія	— 3,543	" 1,181 " = 2,223 "
Роданистаго аммонія	— 0,626	" 0,140 " = 0,263 "
Углекислаго аммонія	— 8,645	" 3,062 " =

Жельзисто-синеродист. амм. — 1,190 грм. 0,285 NH<sub>3</sub> =  
Свободнаго амміака — 0,238 " 0,238 " =

Аммонійныхъ соедин. всего — 17,956 " 6,018 NH<sub>3</sub> = 3,016 сѣры

Амміакъ, связанный съ углекислотой, сѣрводородомъ и цианистымъ водородомъ, обозначаютъ летучимъ амміакомъ; послѣдній можно получить простой перегонкой. Амміакъ остальныхъ соединеній называютъ нелетучимъ амміакомъ; онъ можетъ перегоняться только послѣ прибавленія щелочи. Чтобы вычислить теперь количества нелетучаго и летучаго амміака, а также опредѣлить количество послѣдняго, находящееся въ формѣ сѣрнистыхъ и углекислыхъ соединеній, я поступилъ по даннымъ Musspratt'омъ<sup>1)</sup> и Post'омъ<sup>2)</sup> методамъ для анализа газовой воды.

Летучій амміакъ. 25 куб. сант. сточной воды перегонялись и перегнаннй амміакъ собирался въ пріемникъ нормальной сѣрной кислотой; послѣдняя обратно титровалась нормальной щелочью и по израсходованіи сѣрной кислоты вычислялось количество амміака; 1 куб. сант. = 0,017NH<sub>3</sub>. Получилось 4,481 грм. летучаго амміака на литръ.

Нелетучій амміакъ вычислялся изъ разности между общимъ количествомъ амміака и количествомъ амміака летучаго при перегонкѣ сточной воды съ MgO; 6,018—4,481 = 1,537NH<sub>3</sub> нелетучаго амміака на 1 литръ. Связанный съ углекислотой и сѣрводородомъ амміакъ вычислялся слѣдующимъ образомъ:

1. 25. куб. сант. газовой воды смѣшивались съ избыткомъ нормальной кислоты и нормальной щелочью обратно титровались; получилось 4,481 (летучій амміакъ).
2. 50 куб. сант. смѣшивались съ избыткомъ хлористаго барія, разводились до 100 куб. сант. дистиллированной водой и отфильтровывались отъ выдѣливагося углекислаго барія. 50 куб. сант. фильтра титро-

1) Musspratt. Bd. V, pag. 369 и 370.

2) Post. Chemisch-technische Analyse 1890—91. Bd. II, pag. 719.



вались съ нормальной сѣрной кислотой; получилось 1,419 грм.  $\text{NH}_3$ . Разность между 1 и 2 равняется количеству связаннаго съ углекислотой амміака.

$$4,481 - 1,419 = 3,062 \text{ NH}_3 \text{ въ формѣ карбоната.}$$

3. 50 куб. сант. сточной воды смѣшались съ хлористымъ баріемъ и нейтральнымъ сѣрнокислымъ марганцемъ, — разводились до 100 куб. сант. и прозрачная жидкость отфильтровывалась отъ выдѣленнаго сѣрнистаго марганца и углекислага барія и 50 куб. сант. фильтра титровались съ нормальной сѣрной кислотой. Найденное при этомъ количество амміака — 0,238 грм. указываетъ количество свободнаго амміака. Если сложить количество амміака, связаннаго съ углекислотой, съ количествомъ свободнаго амміака и вычесть эту сумму изъ общаго количества летучаго амміака, то получимъ количество амміака связаннаго съ сѣрководородомъ:

$$4,481 - (0,238 + 3,062) = 1,181 \text{ грм. NH}_3.$$

1,181 грм. амміака, связаннаго съ сѣрководородомъ.

0,238 „ свободнаго амміака.

3,062 „ амміака, связаннаго съ углекислотой.

4,481 грм. летучаго амміака.

+ 1,537 „ нелетучаго амміака.

= 6,018 грм. — общее количество амміака на литръ.

Для опредѣленія общаго количества сѣры бралось опредѣленное количество сточной воды и медленной струей изъ пипетки впускалось въ избытокъ бромной воды; при этомъ вся сѣра окислялась въ сѣрную кислоту, — желтая окраска воды еще оставалась. Теперь жидкость нагрѣвалась на азбестовой тарелкѣ и прибавлялся небольшой избытокъ соляной кислоты. Нагрѣваніе продолжалось до тѣхъ поръ, пока не улетучивался весь бромъ и затѣмъ жидкость осаждалась растворомъ хлористаго барія. Сѣрнокислый барій высушивался, прокаливался и взвѣшивался.

$$1 \text{ грм. BaSO}_4 = 0,13744 \text{ грм. S.}$$

Роданистый водородъ опредѣлялся вѣсовымъ анализомъ. 50 куб. сант. сточной воды смѣшались съ избыткомъ соляной кислоты и послѣ прибавленія сѣрнистой кислоты осаждались растворомъ сѣрнокислой мѣди. При этомъ образовывался осадокъ роданистой мѣди, которая хорошо промывалась и затѣмъ прокаливалась; при прокалivanii роданистая мѣдь переходила въ сѣрнистую мѣдь. По охлажденіи въ эксикаторѣ тигель взвѣшивался и количество сѣрнистой мѣди перевычислялось на роданистую мѣдь; изъ послѣдняго количества вычислено было содержаніе роданистаго водорода.

Сѣрководородъ опредѣлялся въ двухъ наполненныхъ кусочками пемзы, пропитанной мѣднымъ купоросомъ, поглочительныхъ трубкахъ аппарата для опредѣленія углекислоты. Мѣдно-купоросная пемза передъ опытомъ приготовлялась свѣжая. 30 грм. сѣрнокислой мѣди растворялись въ горячей дистиллированной водѣ и 60 грм. пемзы, въ кускахъ величиною съ горошину, обливались этимъ растворомъ въ фарфоровой чашкѣ. Растворъ выпаривался и смоченный растворомъ сѣрнокислой мѣди кусочки пемзы нагрѣвались при  $150^\circ \text{C}$ . въ теченіе 4 часовъ. вмѣсто Peligot'овской трубки, съ концентрированной сѣрной кислотой, употреблялась еще одна трубка съ хлористымъ кальціемъ, чтобы сѣрководородъ лишить влажности. Прибыль въ вѣсѣ поглочительной трубки прямо указывала количество сѣрводорода = 2,362 грм. на литръ.

Желѣзисто-синеродистая кислота опредѣлялась слѣдующимъ образомъ. Опредѣленное количество сточной воды послѣ подкисленія соляной кислотой смѣшивалось съ растворомъ хлорнаго желѣза, чтобы выдѣлить желѣзистосинеродистую соль аммонія въ видѣ берлинской лазури. Послѣ 10 часоваго отстаиванія осадокъ отфильтровывался, промывался разведенной соляной кислотой и берлинская лазурь вмѣстѣ съ фильтромъ высушивалась и взвѣшивалась. Изъ количества берлинской лазури высчитывалось количество желѣзисто-синеродистой кислоты. Для контроля осадокъ разлагался натронной щелочью, окись желѣза прокаливалась, растворялась въ  $\text{HCl}$  и растворъ выпаривался до-суха. Остатокъ смачивался сѣрной кислотой, соляная кислота нагрѣ-

ванієм удалялась и остатокъ растворялся въ горячей дестиллированной водѣ. Послѣ перевода окиснаго соединенія въ соединеніе закиси при помощи металлическаго цинка, желѣзо титровалось растворомъ марганцовокислаго калия.

Чтобы констатировать, находится ли цианъ въ видѣ ядовитыхъ соединеній кромѣ желтой соли я пользовался Jacquemin'овским<sup>1)</sup> способомъ. Natrium bicarbonicum въ не особенно большомъ количествѣ прибавлялся къ части сточной воды; перегонку производили осторожно при слабомъ нагреваніи въ 55° С; только незначительные слѣды переходили въ перегонъ.

Сѣрнисто-кислый, а также сѣрноватисто-кислый аммоній, опредѣлялся по предложенному Grossmann'омъ<sup>2)</sup> способу. Такъ какъ однако сточная вода содержала сѣрнистыя соединенія, которыя могли бы затруднить опредѣленіе этихъ соединеній, то послѣднія встряхиваніемъ мелко взвѣшеннаго углекислаго кадмія предварительно были удаляемы изъ точно отмѣреннаго количества сточной воды. Прозрачно отфильтрованная отъ выдѣливагося сѣрнистаго кадмія жидкость употреблялась вмѣстѣ съ промывной водой для опредѣленія сѣрнисто-кислой и сѣрноватисто-кислой солей. Прежде всего титрованіемъ опредѣлялось количество іода, требуемое точно отмѣреннымъ количествомъ сточной воды; затѣмъ опредѣлялось общее количество сѣрной кислоты, которое дало такой же объемъ сточной воды послѣ окисленія бромной водой; изъ общаго количества полученной въ результатъ сѣрной кислоты должно было быть вычтено, конечно, количество сѣрной кислоты, которая въ самомъ началѣ была въ видѣ сѣрнокислой соли. Получается два уравненія, рѣшеніе которыхъ происходитъ по формулѣ, данной Grossmann'омъ.

Феноль опредѣлялся вѣсовымъ анализомъ въ видѣ трибромфенола. Измѣренный объемъ сточной воды подкислялся разведенной сѣрной кислотой и перегонялся. Перегонъ въ приемникѣ смѣшивался съ небольшимъ избыткомъ бромной воды и выдѣляющийся трибромфеноль собирался на предва-

1) R. Otto. Anleitung zur Ausmittelung der Gifte. 1896, pag. 34.

2) „Zeitschrift f. analyt. Chemie“. 1879, pag. 79.

рительно высушенный и взвѣшенный фильтръ. Послѣ промыванія его водой до нейтральной реакціи, фильтръ высушивался, сперва при 80°С, а затѣмъ въ эксикаторѣ надъ сѣрной кислотой до постояннаго вѣса, и взвѣшивался. Найденное количество трибромфенола  $C_6H_2Br_3$ , OH умноженное на 0,2839 указывало находящееся во взятомъ количествѣ сточной воды количество фенола.

### Рыбные опыты со сточной водой газоваго завода.

Мои рыбные опыты со сточной водой свѣтильно-газоваго завода я производилъ слѣдующимъ образомъ. Два стеклянныхъ цилиндра, емкостью приблизительно по 15 литровъ наполнялись до половины водопроводной водой; осторожно впускались въ нее рыбы и затѣмъ прибавлялось количество сточной воды, необходимое для полученія желаемой концентрации.

Передъ началомъ опыта опредѣлялось содержаніе въ водѣ кислорода, а также и подъ конецъ опыта, если онъ продолжался болѣе продолжительное время, количество раствореннаго въ водѣ кислорода постоянно опредѣлялось, съ цѣлью предупрежденія упрека, что смерть рыбъ могла обусловливаться недостаткомъ кислорода. Обыкновенно каждый опытъ производился съ двумя рыбами, если же бралось большее количество рыбъ, какъ напр. при опытахъ V и VIII, то опыты производились въ аквариумахъ; также это дѣлалось и тогда, когда, какъ напр. при опытѣ VIII, опытъ продолжался нѣсколько дней. Для опытовъ употреблялись плотва, окуни и щуки; въ V опытѣ одинъ *Alburnus lucida*. При всѣхъ опытахъ держались рыбы того же вида и по возможности одинаковой величины, при тѣхъ же условіяхъ также въ контрольномъ цилиндрѣ съ чистой водопроводной водой въ теченіе того же времени, чтобы быть вполне увѣреннымъ, что дѣйствительно соотвѣтственное прибавленіе сточной воды вызвало смерть рыбъ, а не незначительное количество воды или малая вмѣстительность сосуда.

Опыты свои я производилъ при слѣдующихъ концентраціяхъ: 1 : 5 ; 1 : 10 ; 1 : 100 ; 1 : 500 ; 1 : 1000 ; 1 : 2000 ; 1 : 3000 ; 1 : 5000. Такъ какъ я при своихъ опытахъ имѣлъ

дѣло съ рѣзко и скоро дѣйствующими ядовитыми веществами, въ которыхъ рыбы скоро погибли, то я особенно точно отмѣчалъ продолжительность сопротивления, т. е. время необходимое для наступленія бокового положенія, потому что здѣсь безусловно важень каждый моментъ, такъ какъ съ потерей способности держаться въ нормальномъ положеніи рыбы теряли вмѣстѣ съ тѣмъ возможность удалиться изъ области загрязненнаго мѣста и потому были обречены на вѣрную смерть. Последнее явленіе, по сообщенію живущихъ по близости рыбаковъ, повторялось повидимому часто; они нерѣдко находили какъ разъ вблизи газоваго завода на правомъ берегу Эмбаха въ большомъ количествѣ мертвыхъ рыбъ.

Первые 8 опытовъ (I—VIII), произведенные со сточной водой газоваго завода, съ очевидностью доказали, что послѣдняя гораздо ядовитѣе и опаснѣе для рыбъ, чѣмъ это до сихъ поръ вообще предполагали. Каммергеръ въ Нюрнбергѣ экспериментировалъ съ такими разведеніями газовой воды водопроводной водой: 1 : 1; 1 : 2; 1 : 3; 1 : 10; 1 : 15 и 1 : 20. При этомъ онъ пришелъ къ заключенію, что газовая вода оказываетъ ядовитое дѣйствіе и что 20 кратное разведеніе ея должно считаться ядовитымъ. Судя по моимъ опытамъ съ здѣшней сточной водой свѣтильно-газоваго завода, разведеніе 1 : 1000 можетъ еще считаться для рыбъ крайне ядовитымъ, такъ какъ всѣ рыбы въ водѣ, взятой для опыта въ подобномъ разведеніи, умирали въ теченіе 4 часовъ, причѣмъ, смотря по величинѣ и свойствамъ рыбъ, уже въ теченіе 12—17 минутъ приводились къ предѣлу сопротивленія; оказавшія наибольшее сопротивленіе — въ теченіе 45 минутъ. Разведеніе 1 : 2000 рыбы могли переносить болѣе продолжительное время, но и тутъ, послѣ 23 часоваго пребыванія въ загрязненной водѣ, онѣ умирали. Въ опытѣ VII (разведеніе 1 : 3000) окунь умеръ черезъ 2 дня, между тѣмъ какъ плотва осталась живой. Въ опытѣ VIII (разведеніе 1 : 5000) всѣ рыбы по истеченіи 3 дней остались живы, хотя окунь на 3-й день проявлялъ сильное безпокойство, что убѣдительно доказываетъ крайнюю чувствительность отдѣльныхъ семействъ рыбъ даже къ минимальному содержанію — 0,2 куб. сант.

Наименован. рыбъ.	Длина рыбъ.	Вѣсъ рыбъ.	Температура воды для опыта въ °С.	Количество кислорода на 1 литръ въ куб. сант.	Время. ч. м.	I опытъ.			
						Плотва I.	Плотва II.		
			7° С.	6,90	5 ч.	Безпокойно плавать въ разныхъ направл. и вдругъ однимъ взмахомъ бросается на поверхность воды. Ложится на бокъ. Ложится брюхомъ вверхъ.	Тоже безпокойно плавать въ водѣ.		
Плотва I.	10,5 см.	9,5			5 ч. 2	Ложится на бокъ. Ложится брюхомъ вверхъ.	Падаетъ на бокъ, сейчасъ же поворачивается брюхомъ вверхъ, въ какомъ положеніи и остается на днѣ банки. — Сильно судорожныя движенія.		
					5 ч. 3				
					5 ч. 4			Лежить брюхомъ вверхъ; тоже сильныя судороги.	
					5 ч. 5			Обѣ рыбы вдругъ въ нормальномъ положеніи бросаются на поверхность воды.	
					5 ч. 6			Падаетъ назадъ; плаваетъ брюхомъ вверхъ на поверхности воды.	Высовывается нѣсколько разъ до половины туловища надъ поверхностью.
					5 ч. 10			Лежить брюхомъ вверхъ на днѣ сосуда; сильныя судорожныя движенія тѣла.	
					5 ч. 12	Неподвижно лежить брюхъ, вверхъ съ широко раскрытымъ ротомъ.	Плаваетъ брюхомъ вверхъ на поверхности воды, сильныя судорожныя движенія тѣла; также широко раскрыт. ротъ.		
Плотва II.	10 см.	7,5			6,05 5 ч. 20	Очень слабо дышитъ. Смерть †.	† Смерть.		
					5 ч. 22				
Потеря равновѣсія: Смерть наступаетъ:						Черезъ 2 минуты. " 22 "	Черезъ 3 минуты. " 20 "		

Наименован. рыба.	Длина рыбь.	Вѣсъ рыбь.	Температура воды для опыта вь °С.	Количество кислорода на 1 литръ вь куб. сант.	Время. ч. м.	II опыт.	
						Окунь.	Плотва.
Окунь.	10 см.	17,0	6,5° С.	7,0	10 ч. 26		
					10 „ 28	Стремительно плавают на поверхности воды.	Стремительно плавают на поверхности воды.
					10 „ 36	Плавают брюхомъ вверх и погружаются на дно сосуда.	Лежатъ на днѣ сосуда, дышатъ едва замѣтно.
					10 „ 38	Смерть †.	Ложится на бокъ.
					10 „ 46		Поднимается внезапно на поверхность.
Плотва.	11 см.	20,0	5,40	10 „ 50		Бросается брюхомъ вверх и вь такомъ положеніи плавают на поверхности воды, сильн. судорожныя движенія тѣла.	
				10 „ 56		Смерть †.	
					Черезъ 10 мин. „ 12 „	Черезъ 12 мин. „ 30 „	
Потеря равновѣсія: Смерть наступила:							

Наименован. рыбь.	Длина рыбь.	Вѣсъ рыбь.	Температура воды для опыта вь °С.	Количество кислорода на 1 литръ вь куб. сант.	Время. ч. м.	III опыт.	
						Окунь.	Плотва.
Окунь.	12 см.	23,0	6,5° С.	7,0	10 ч. 12		
					10 „ 15	Объ рыбы беспокойно плаваютъ вь водѣ.	
					10 „ 17	Повышенные рефлексы.	
					10 „ 20	Лежитъ брюхомъ вверхъ.	Бросается брюхомъ вверхъ около окуня.
					10 „ 22	Едва замѣтно дышатъ.	
					10 „ 27	Смерть †.	Слабо дышатъ.
					10 „ 32		Сильныя судорожныя движенія тѣла.
					10 „ 37		Судороги продолжаютъ.
					10 „ 42		Внезапно поднимается на поверхность воды, быстро плавать вь водѣ вь разныхъ направленіяхъ и наконецъ опускается обратно на дно.
					11 „ —		Дышатъ едва замѣтно.
Плотва.	10 см.	17,0	5,50	11 „ 22		Смерть †.	
					Черезъ 8 минутъ. „ 15 „	Черезъ 8 минутъ. „ 1 ч. 10 м.	
Потеря равновѣсія: Смерть наступила:							

Наименован. рыбъ.	Длина рыбъ.	Вѣсъ рыбъ.	Температура воды для опыта въ ° С.	Количество кислорода на 1 литръ въ куб. сант.	IV опытъ.	
					Время.	Разведеніе сточной воды газоваго завода водопроводной водой — 1 : 500. Количество воды 5 литровъ. Начало опыта 28 Апрѣля въ 8 час. 5 мин. утра.
ч.	м.			Окунь.	Плотва.	
8 ч. 5						
8 „ 10			6° С.	6,9	Спокойно плаваеъ на днѣ сосуда.	Рѣзко плаваеъ въ водѣ.
8 „ 13	13 см.	18,0			Дѣлается безпок.; плаваеъ въ водѣ сосуда взадь и вверх.	Дѣлается безпокойной.
8 „ 15					Ложится на днѣ сосуда брюх. вверх.	
8 „ 17					Подним. къ поверх., опять пад. обратно на дно, гдѣ остается брюхомъ вверх.	
8 „ 20					Сильн. судор. тѣла.	Стремительно бросаеъ изъ стороны въ сторону, дѣлается слабѣе и остается на поверхности, принимая иногда вертикальн. въ водѣ положеніе.
8 „ 22	12 см.	15,0			Быстро плав. брюх. вверх на поверхн. воды.	
8 „ 23					Лежитъ брюхомъ вверх на днѣ сосуда; сильн. судороги тѣла.	Плыветъ вертикальн. въ водѣ.
8 „ 25					Слабо дышитъ, широкор. открыв. ротъ и неподвижно лежитъ на днѣ сосуда, только плавн. слабо дрожать.	Нарушеніе равнор. вѣсн. продолжаясь. Плотва повторно изъ нормальнаго положенія переходитъ въ вертикальн., быстро бросаеъ на поверх. воды, но ослабѣвъ падаетъ голов. внизъ обрат. на дно сосуда.
8 „ 30					Смерть †.	Принимаетъ, повторно вертикальн. положеніе головою внизъ.
8 „ 40						Плаваеъ брюхомъ вверх, часто принимаетъ вертикальн. положеніе.
9 „ —						Лежитъ неподвиж. на поверхн. воды; слабо дышетъ.
10 „ 45			9° С.	3,6	Черезъ 10 минутъ.	Черезъ 17 минутъ.

Потеря равновѣсія: Смерть наступила:

Черезъ 10 минутъ.  
„ 25 „

Черезъ 17 минутъ.  
„ 2 часа 40 мин.

Наименован. рыбъ.

Шука. Плотва II. Плотва I. Окунь. Углеика.

) литровъ. — Начало опыта 28 Апрѣля въ 10 часовъ 30 минутъ.

	Плотва II.	Шука.
	Спокойно плаваеъ въ водѣ. Очень безпокойна.	Держится на днѣ акварія.
1	Плаваеъ въ положеніи на боку.	Безпокойна.
1	На короткое время ложится брюхомъ вверх, но скоро опять плаваеъ въ нормальномъ положеніи и жадно вбираетъ въ себя воздухъ.	
1	Плаваеъ медленно на поверхности, принимая иногда вертикальн. положеніе.	Мечется быстро взадь и вперед, опускается на дно, но скоро поднимается опять на поверхность и жадно вбираетъ воздухъ.
1	Плаваеъ въ положеніи брюхомъ вверх и жадно вбираетъ въ себя воздухъ.	
1	Плаваеъ брюхомъ вверх; иногда принимаетъ однако вертикальн. положеніе въ водѣ.	Плаваеъ на поверхности вбирая въ себя воздухъ.
2	Плаваеъ на поверхности брюхомъ вверх.	Высовывается на половину изъ воды, бьетъ хвостомъ и жадно вбираетъ въ себя воздухъ.
2	Плаваеъ короткое время въ нормальномъ положеніи, однако скоро повертывается брюхомъ вверх.	
	Плаваеъ то брюхомъ вверх, то въ вертикальн. положеніи.	Нѣсколько разъ высовывается изъ воды, однако падаетъ обратно въ вертикальн. положеніи.
	Находится въ положеніи брюхомъ вверх на поверхности.	Плаваеъ на днѣ частью брюхомъ вверх, частью на боку.
	Лежитъ брюхомъ вверх на днѣ аквариума.	Бросаеъ изъ одного угла въ другой и наконецъ остается лежать въ вертикальн. положеніи.
	Изъ положенія брюхомъ вверх быстро поднимается на поверхность.	Въ томъ же положеніи. Судороги; медленно опускается изъ вертикальнаго положенія на дно, ложится на бокъ, изогнувъ туловище дугою.
	Смерть †.	(Въ 2 часа.) Лежитъ брюхомъ вверх — на днѣ акварія. Смерть †.
	Черезъ 12 минутъ. „ 3 ч. 45 м.	Черезъ 45 минутъ. „ 3 ч. 50 м.

Наименован. рыбъ.	Длина рыбъ.	Вѣсъ рыбъ.	Температура воды для опыта въ °С.	Количество кислорода на 1 литръ въ куб. сант.	Время. ч. м.	VI опытъ.	
						Разведеніе сточной воды газоваго завода водопроводной водой — 1 : 2000. Количество воды 5 литровъ. Начало опыта 29 Апрѣля въ 4 ч. 15 мин.	
Окунь.	11 см.	14,0	11° С.	7,4	29/IV.	Окунь.	Плотва.
					4 ч. 20	Объ рыбы спокойно плаваютъ въ водѣ.	
					4 „ 30	Дѣлается безпокойнымъ и поднимается на поверхность воды.	
					4 „ 45	Очень безпокоенъ.	Лежить на днѣ, жадно вбирая воздухъ.
					6 „ —	На днѣ сосуда.	Тоже.
					8 „ —	Тоже.	Тоже.
					30/IV. 8 ч. у.	Объ рыбы на днѣ сосуда.	
					8 „ 5		Поднимается на поверхность, поворачивается брюхомъ вверхъ и обратно опускается на дно.
					8 „ 10		Стремительно бросается на поверхность воды, поворачивается черезъ нѣсколько сек. брюхомъ вверхъ, опять принимаетъ норм. положеніе и затѣмъ падаетъ на бокъ.
					8 „ 15	Лежить неподвижно на днѣ.	
12 „ „	Слабо дышитъ.	Лежить брюхомъ вверхъ на поверхности воды.					
2 „ 40	Принимаетъ боковое положеніе.						
2 „ 45	Смерть †.						
3 „ —		Смерть †.					
Потеря равновѣсія :					Черезъ 22 ч. 25 м.	Черезъ 15 ч. 50 м.	
Смерть наступила :					„ 22 „ 30 „	„ 22 „ 45 „	
Плотва.	9 „	8,0	13° С.	4,5	8 „ 10		

Наименован. рыбъ.	Длина рыбъ.	Вѣсъ рыбъ.	Температура воды для опыта въ ° С.	Количество кислорода на 1 литръ въ куб. сант.	Время.	VII опытъ.	
						Разведеніе сточной воды газоваго завода водопроводной водой — 1 : 3000. Количество воды 5 литровъ. Начало опыта 28 Апрелья 3 часа 45 мин.	
Окунь.	10 см.	10,0	8° С.	7,3	28/IV. 3ч. 45	Окунь.	Плотва.
					4 „ 10	Плаваєтъ на днѣ.	Плаваєтъ спокойно въ водѣ.
					4 „ 20	Безпокоєнъ. Тяжело дышетъ.	
					4 „ 40	Поднимается на поверхность воды.	
					5 „ 15	Лежитъ спокойно на днѣ сосуда.	Тоже.
					6 „ 10	Плаваєтъ на поверхности.	
					6 „ 15	Очень безпокоєнъ.	
					6 „ 45	Все чаще поднимается на поверхность.	
Плотва.	12 см.	15,0	10° С.	6,7	8 „ —	На днѣ сосуда.	На днѣ сосуда.
			11° С.	5,1	29/IV. 9ч. у.	Объ рядомъ въ продолженіе всего дня лежать на днѣ сосуда.	
			12° С.		8 ч. в.	Объ рядомъ лежать въ разслабленномъ состояніи въ вышеуказанномъ положеніи.	
			11° С.	2,3	30/IV. 8ч. у.	Объ лежать неподвижно на днѣ сосуда.	
					12 „ —	Тоже самое.	
					3 „ —	Лежитъ на боку.	
					4 „ —	Смерть †.	Въ нормальномъ положеніи.
			13,5°С.	1,26	10 ч. в.	Плаваєтъ ня днѣ сосуда.	
					1/V 8ч. у.	Жива и перенесена въ свѣжую воду.	
						Чер. 1 день 23 ч. 15 м. „ 2 „ „ 15 „	Осталась живой.

Потеря равновѣсія:  
Смерть наступила:

Чер. 1 день 23 ч. 15 м.  
„ 2 „ „ 15 „

Осталась живой.

Наименован. рыбъ.	Длина рыбъ.	Вѣсъ рыбъ.	VIII опытъ.	
			Плотва III.	Щука.
Окунь.	10 см.	10,0	50 литровъ. — Начало опыта 28 Апрелья 1903 г. 4 ч. 10 м.	
			Безпокойна.	Лежитъ на днѣ.
Плотва I.	12 см.	15,0	Очень безпокойна; бросается въ разныя стороны.	
			Лежитъ на днѣ.	
Плотва II.	12 см.	15,0	м ъ с о с т о я н і и.	
			Поднимается на поверхность воды.	
Плотва III.	12 см.	15,0		
Щука.	12 см.	15,0	акваріумъ.	На днѣ акваріума.
			у ш е н н о з д о р о в ы .	Тоже.

какъ разведеніе 1 : 5000 повидимому не ока-

Наименован. рыбь.	Длина рыбь.	Вѣсъ рыбь.	Температура воды для опыта въ ° С.	Количество кислорода на 1 литръ въ куб. сант.	Время. ч. м.	IX опытъ.	
						Обыкновенная водопродовная вода, насыщенная свѣтлѣнымъ газомъ (при 13,5° С. и 741,3 барометрич. давления). Количество воды 5 литровъ. Начало оп. 6 Мая 1903 г. 1 ч. 15 м.	
						Окунь.	Плотва.
						Окунь.	
	11 см.	13,0			1 ч. 15	Въ первую минуту остается спокойнымъ на днѣ сосуда, но вдругъ бросается вверхъ и до половины выскакиваетъ изъ воды.	Стремительно бросается во всѣ стороны, выскакиваетъ изъ воды, но падаетъ обратно.
					1 „ 17	Ложится на бокъ, опускается на дно сосуда; сильная судороги тѣла.	Поворачивается на бокъ но принимаетъ затѣмъ нормальное положение и сейчас же поворачивается брюхомъ вверхъ.
					1 „ 20	Принимаетъ положение головой внизъ и плаваетъ затѣмъ брюхомъ вверхъ на поверхности воды; при этомъ судороги тѣла.	Плаваетъ брюхомъ вверхъ на поверхности воды; судороги тѣла.
					1 „ 30	Лежитъ брюхомъ вверхъ на днѣ и однимъ движениемъ поднимается на поверхность воды.	Лежитъ брюхомъ вверхъ на поверхности воды и слабо дышитъ.
				5,8	1 „ 32	Смерть †.	
					1 „ 45		Слабо дышетъ.
			16° С.		2 „ —		Смерть †.
						Черезъ 2 мин. „ 17 „	Черезъ 2 мин. „ 45 „
						Потеря равновѣсія: Смерть наступила:	



Наименован. рыбь.	Длина рыбь.	Вѣсъ рыбь.	Температура воды для опыта въ °С.	Количество кислорода на 1 литръ въ куб. сант.	Время. ч. м.	X опытъ.	
						Разведеніе насыщенной свѣтлымъ газомъ воды чистой водопроводной водой 1 : 5. Количество воды 5 литровъ. Начало опыта 6 Мая 1903, 12 час. 35 мин.	
Плотва I.	11,5 см.	14,0	13,5°С.	6,8	12 ч. 35	Плотва I.	Плотва II.
					12 „ 40	Мечется въ разныя стороны на поверхности воды и выскакиваетъ нѣсколько разъ до половины изъ воды.	Очень безпокойна; выскакиваетъ также нѣсколько разъ до половины изъ воды.
					12 „ 43	Поворачивается на бокъ.	Судороги тѣла.
					12 „ 45	Принимаетъ нормальное положеніе, но падаетъ сейчасъ же опять брюхомъ вверхъ.	Поворачивается на бокъ, затѣмъ принимаетъ положеніе же опять брюхомъ вверхъ.
					12 „ 50	Опять принимаетъ нормальное положеніе; и мечется въ водѣ въ разныя стороны.	Опускается на дно, гдѣ остается лежать въ косомъ направленіи.
					12 „ 55	Постепенно замедляетъ движенія; сильныя судороги тѣла.	Судорожныя движенія тѣла повторяются; ложится на бокъ и затѣмъ брюхомъ вверхъ.
					1 „	Судороги безпрерыв. продолжаютъ.	Брюхомъ вверхъ на поверхности воды, вдругъ становится головою внизъ, но снова падаетъ брюхомъ вверхъ.
					1 „ 10	Ложится на бокъ и плаваетъ затѣмъ брюхомъ вверхъ на поверхности воды.	
					1 „ 30	Слабо дышетъ.	Безъ движенія лежить на поверхности воды.
					3 „ 30		Смерть †.
4 „ 10		Смерть †.					
Потеря равновѣсія : Смерть наступила :		Черезъ 8 минутъ. „ 3 ч. 35 м.	Черезъ 10 минутъ. „ 2 ч. 55 м.				

Наименован. рыбь.	Длина рыбь.	Вѣсъ рыбь.	Температура воды для опыта въ °С.	Количество кислорода на 1 литръ въ куб. сант.	Время. ч. м.	XI опытъ.	
						Разведеніе насыщенной свѣтлымъ газомъ воды водопроводной водой 1 : 10, (при T 13° С. и 746,6 баром. давл.). Количество воды 10 литровъ. Начало опыта 11 Мая 1903 г. 3 ч. 10 м.	
Плотва I.	10,5 см.	9,5	13° С.	6,1	3 ч. 10	Плотва I.	Плотва II.
					3 „ 15	Объ мечутся сначала въ разныя стороны и затѣмъ опускаются на дно.	
					3 „ 20	Объ безпокойно плаваютъ въ разныхъ направленіяхъ.	
					3 „ 25	Сильныя судороги тѣла.	Лежить на днѣ сосуда съ S образно изогнутымъ тѣломъ, слабыя судороги.
					3 „ 30	Объ рыбы лежать рядомъ на днѣ сосуда.	
					3 „ 30	Поднимается на поверхность воды.	Лежить на днѣ сосуда.
					3 „ 40	Плаваетъ на поверхности воды съ постоянными судорогами тѣла.	Безпокойно плаваютъ въ водѣ.
					3 „ 50	Падаетъ на бокъ и бросается въ разныя стороны.	Сильныя судороги тѣла.
					4 „	Опять плаваетъ въ нормальномъ положеніи, однако сильныя судороги.	Ложится на бокъ затѣмъ принимаетъ положеніе брюхомъ вверхъ и сейчасъ же затѣмъ боковое положеніе.
					4 „ 5	Опускается на дно сосуда. Снова поднимается на поверхность и подыность и ложится брюхомъ вверхъ.	Плаваетъ въ косомъ положеніи на поверхности и подыность и ложится брюхомъ вверхъ.
4 „ 10	Объ рыбы плавають на поверхности брюхомъ вверхъ.						
5 „	Объ рыбы слабо дышатъ, замѣтны легкія судороги всего тѣла.						
5 „ 10		Смерть †.					
5 „ 20		Смерть †.					
Потеря равновѣсія : Смерть наступила :		Черезъ 40 минутъ. „ 2 часа.	Черезъ 50 минутъ. „ 2 ч. 10 м.				

Наименован. рыбъ.	Длина рыбъ.	Вѣсъ рыбъ.	Температура воды для опыта въ ° С.	Количество кислорода на 1 литръ въ куб. сант.	Время. ч. м.	XII опытъ.	
						Разведеніе насыщенной свѣтильнымъ газомъ воды водопроводной водой 1 : 50 (при T- 13° С. и 749,6 баром. давл.) Количество воды 10 литровъ. Начало опыта 7 Мая 1903. 12 ч. 30 м.	
Плотва I.	11,5	11,0	13,5°С.	6,7	12ч.30	Плотва I.	Плотва II.
					12 „ 35	Плаваеъ въ разныхъ направленіяхъ на поверхн. воды.	Лежить неподвижно на днѣ.
					12 „ 45	Объ рыбы лежать	неподвижно на днѣ.
					1 „ 45	Поднимается на поверхность воды.	
					4 „ 20	Опускается на дно, гдѣ остается лежать рядомъ съ другой.	
					8 „ — 8/V.	Объ въ томъ же положеніи на днѣ.	
					8 утра.	Лежить мертвая рядомъ съ сосудомъ; ночью выпрыгнула изъ воды †.	Спокойно лежить на днѣ сосуда.
					3 утра.		Плаваеъ въ водѣ въ разныхъ направленіяхъ.
					8 веч.		Лежить неподвижно на днѣ сосуда.
					9/V.		Медленно плаваеъ на днѣ сосуда.
Плотва II.	6,5	5,0	12° С.	6,3	8 утра.		Не мѣняетъ нормального положенія.
					8 веч.		Спокойно лежить на днѣ сосуда.
					10/V.		
					12ч.30		Послѣ трехдневнаго пребыванія въ водѣ для опыта была вынута и переведена въ свѣжую воду безъ замѣтн. вредныхъ послѣдствій.

Наименован. рыбъ.	Длина рыбъ.	Вѣсъ рыбъ.	Температура воды для опыта въ ° С.	Количество кислорода на 1 литръ въ куб. сант.	Время. ч. м.	XIII опытъ.	
						Разведеніе насыщенной свѣтильнымъ газомъ воды водопроводной водой 1 : 100 (при T 13° С. и 749,6 баром. давл.) Количество воды 10 литровъ. Начало опыта 7 Мая 1903 г. 12 ч. 20 м.	
Плотва I.	12 см.	13,0	10,5°С.	7,2	12ч.20	Плотва I.	Плотва II.
					12 „ 25	Объ рыбы плав. спок. на днѣ сосуда.	
					12 „ 40	Тоже.	Тоже.
					12 „ 46	Очень безпокойна.	Плаваеъ на днѣ сосуда.
					1 „ —	Часто поднимается на поверхность воды.	
					4 „ 20	Объ рыбы безпокойно плавають въ водѣ въ различныхъ направленіяхъ.	
					4 „ 50	Очень безпокойна. Ежеминутно поднимается на поверхность.	Лежить на днѣ сосуда.
					6 „ 30	Объ рыбы ряд. лежать на днѣ сосуда.	
					8 „ — 8/V.		
					8ч. у.	Объ рыбы лежать на днѣ сосуда.	
					6 „ в.	Объ спокойно плавають въ водѣ.	
					8 „ „ 9/V.		Объ лежать на днѣ.
					8ч. у.	Объ рыбы въ нормальномъ состояніи находятся на днѣ сосуда.	
					8 „ в. 10/V.	Тоже.	Тоже.
					12ч. у.	Объ рыбы плавають въ водѣ.	
Плотва II.	13 см.	15,0	12° С.	3,0			Объ рыбы послѣ трехдневнаго пребыванія въ водѣ для опыта были вынута и переведены въ свѣжую воду безъ замѣтн. вредныхъ послѣдствій.

сточной воды въ 1 литрѣ чистой воды. Установить точно предѣлы вредности для этой воды крайне трудно; плотва и щука обладаютъ болѣе сильнымъ сопротивленіемъ и могутъ еще переносить такую концентрацію, при которой окунь въ нѣсколько минутъ достигаетъ предѣла сопротивленія. Если мы наши опыты еще разъ подвергнемъ провѣркѣ относительно продолжительности сопротивленія отдѣльныхъ семействъ по отношенію къ одной и той же концентраціи, то найдемъ, что при сильныхъ концентраціяхъ (I, II и III) плотва и окуни почти одинаково быстро принимали въ водѣ боковое положеніе; при этомъ у окуней смерть наступала спустя нѣсколько минутъ, между тѣмъ какъ плотва оказалась болѣе жизнеспособной и обладающей болѣе сильнымъ сопротивленіемъ и оставалась въ живыхъ болѣе продолжительное время. Ясно все это видно въ опытахъ IV и V, въ которыхъ разведеніе уже значительно больше. При дальнѣйшихъ разведеніяхъ (1 : 2000) наступаетъ постепенное истощеніе силъ опытныхъ рыбъ; обѣ почти одновременно гибнутъ отъ дѣйствія сточной воды. Въ опытѣ VII окунь выказываетъ также значительно меньшее сопротивленіе, чѣмъ плотва. Во всѣхъ опытахъ, въ которыхъ смерть рыбъ наступала отъ сточной воды свѣтильно-газового завода, какъ типическое явленіе, должно быть обозначено вертикальное положеніе рыбъ въ водѣ. Артеріи брюшной стороны, имѣющей въ противоположность спинной болѣе свѣтлую, почти бѣлую окраску, казались окрашенными въ темно красный, почти фіолетовый цвѣтъ. Такъ какъ вода издавала специфической запахъ свѣтильнаго газа и существовало подозрѣніе, что именно содержащееся въ газѣ углеводороды вызываютъ явленія отравленія, то я сдѣлалъ нѣсколько опытовъ съ цѣлью изслѣдовать дѣйствіе насыщенной свѣтильнымъ газомъ водопроводной воды. 5 литровъ водопроводной воды насыщались газомъ просасываніемъ помощью аспиратора свѣтильнаго газа въ теченіе получаса. Съ насыщеннымъ такимъ образомъ растворомъ были приготовлены соответственные разведенія и опытные рыбы пускались въ растворы. Результатъ опытовъ показалъ, что при сильныхъ концентраціяхъ, а также въ неразведенной, насыщенной свѣтильнымъ газомъ водѣ, выступали тѣ же явленія въ состояніи рыбъ, какъ и при опы-

тахъ со сточной водой газового завода; а именно, сильныя судороги всего тѣла постоянно повторялись въ опытахъ IX и X. Неразведенная, насыщенная свѣтильнымъ газомъ вода приводитъ рыбъ къ предѣлу сопротивленія въ 2 минуты и даже при 10 кратномъ разведеніи чистой водопроводной водой, обѣ опытные рыбы по истеченіи 3 часовъ были мертвы. Напротивъ дальнѣйшія разведенія въ 1 : 50; 1 : 100 въ опытахъ XII и XIII дали отрицательныя результаты — онѣ не оказывали больше ядовитаго дѣйствія, между тѣмъ какъ сточная вода газового завода даже въ разведеніи 1 : 2000 неминуемо влекла за собою смерть опытныхъ рыбъ. Такимъ образомъ главное вредное дѣйствіе приходится на долю сѣрнистой кислоты и сѣроводорода, а также на содержаніе фенола.

Соответственно опытамъ Weigel'ta<sup>1)</sup> Hampe'l'a<sup>2)</sup> Haselhof'a и J. Köp'nig'a<sup>3)</sup> боковое положеніе у рыбъ наступаетъ только при содержаніи 10—12 милгрм. сѣроводорода на литръ воды. Для сѣрнистой кислоты —SO<sub>2</sub> Hampe'l'a<sup>4)</sup> считаетъ предѣломъ вредности содержаніе 1 милгрм. на литръ. Weigel't'a<sup>5)</sup> предѣломъ считаетъ 0,5 милгрм., но вредное дѣйствіе наступаетъ только послѣ подкисленія. Если подкисленіе устранить, то форели безъ вреда могутъ пребывать въ водѣ, содержащей 5 милгрм. SO<sub>2</sub> на литръ, продолжительное время. Для фенола госпожей Plehn<sup>6)</sup> установлены слѣдующія предѣльныя содержанія: для форелей 0,006—0,010 грм. на литръ, для плотвы и окуней 0,010; сильныя судорожныя нервныя движенія наблюдались, какъ характерныя явленія при отравленіи феноломъ. Если мы вычислимъ теперь количества H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub> и фенола, находящихся въ водѣ для опыта при разведеніи 1 : 1000 (опытъ V), то найдемъ на литръ:

Сѣроводорода . . . . .	2,3 милгрм.
Сѣрнистой кислоты . . . . .	0,7 „
Фенола . . . . .	0,2 „

1) См. таблицу стр. 31.

2) См. таблицу стр. 28.

3) См. таблицу стр. 30.

4) См. таблицу стр. 28.

5) Archiv für Hygiene. Bd. III, pag. 95.

6) J. Köp'nig. „Die Verunreinigung der Gewässer.“ Bd. II, pag. 369.

Количества эти стоятъ гораздо ниже приведенныхъ предѣльныхъ величинъ и все таки всѣ рыбы въ самое непродолжительное время погибли отъ дѣйствія крайне ядовитой сточной воды, даже при такомъ сильномъ разведеніи какъ это было въ данномъ случаѣ (1 : 1000). При этомъ кромѣ того должно быть обращено вниманіе и на то, что приведенныя выше предѣльныя величины являются ядовитыми для форелей, которыя во всѣхъ отношеніяхъ рыбы крайне чувствительныя и нѣжныя. Наши опытные рыбы — окуни, плотва и щуки обладаютъ гораздо большимъ сопротивленіемъ и должны бы выдержать по крайней мѣрѣ двойное противъ тѣхъ количество. Поэтому мы можемъ только предположить, что общее количество в с ѣ х ѣ, содержащихся въ водѣ, ядовитыхъ составныхъ частей вызвало въ короткое время неизбежную смерть рыбъ, — и я желалъ бы особенно подчеркнуть то обстоятельство, что при каждомъ высказываемомъ мнѣніи о вредѣ какой нибудь сточной воды необходимо предпринимать опыты надъ рыбами съ самой сточной водою, а не полагаться на установленныя предѣльныя величины. Судя по послѣднимъ, разведенія сточной воды въ 1 : 2000 и 1 : 3000 должны бы быть совершенно безвредными, а между тѣмъ опыты VI и VII показываютъ совершенно противоположное. Сточная вода газового завода во всякомъ случаѣ должна быть названа чрезвычайно вредной для рыбоводства, благодаря своимъ специфично-ядовитымъ составнымъ частямъ; само собою понятно, что и въ санитарныхъ интересахъ населенія необходимо устранить стокъ подобной сточной воды въ проточную воду, такъ какъ вредъ, наносимый подобными разведеніями рыбамъ, не можетъ не коснуться и человѣка и остается только удивляться, что подобное обстоятельство терпимо санитарной полиціей и что купальня напри- мѣръ находится цѣлое лѣто изъ года въ годъ прямо передъ впадениемъ открытаго канала, несущаго въ Эмбахъ сточныя воды газового завода.

## В. Сточная вода чугунно-литейнаго завода.

Сточная вода одного чугунно-литейнаго завода Уфимской губерніи была взята изъ резервуара заводскаго зданія и прислана для изслѣдованія проф. Хлопину. Сточная вода была для меня интересна потому, что при спускѣ ея въ рѣчку наблюдалось умирание рыбы. Последнее явленіе было приведено въ связь со спускомъ сточной воды въ рѣчку, каковое обстоятельство и побудило проф. Хлопина выслать сюда пробу сточной воды, чтобы экспериментальнымъ путемъ въ лабораторіи получить доказательство вреда или безвредности сточной воды. Сточная вода представляла изъ себя темно-бурюю мутную жидкость неприятнаго запаха. При болѣе продолжительномъ стояніи появлялся на днѣ осадокъ нѣжнаго буро-чернаго ила. При предварительномъ опытѣ на летучія вещества, часть сточной воды была подкислена и перегнана; въ перегонѣ не могли быть обнаружены ни цианъ, ни роданъ, ни фенолъ, ни сѣроводородъ.

Полное отсутствіе летучихъ газовъ наводило на мысль, что по всей вѣроятности, частичное улетучиваніе или превращеніе летучихъ составныхъ частей сточной воды, произошло во время далекаго сюда транспорта.

При анализѣ получился слѣдующій составъ сточной воды въ граммахъ на 1 литръ:

Въ вѣшен- ныхъ веществахъ.	{	Общее количество азота	= 0,0765.
		Взвѣшенныхъ веществъ	= 0,699.
		Остатокъ отъ прокаливанія	= 0,149.
		Потеря отъ прокаливанія	= 0,550.
		Азотъ	= 0,0245.
		Углеродъ	= 0,105.

Въ фильтратѣ.	{	Сухой остатокъ при 110°С	=	4,326.
		Остатокъ отъ прокаливанія	=	2,200.
		Потеря при прокаливаніи	=	2,126.
		Азотъ	=	0,052.
		Амміакъ	=	0,034.
		N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	=	0,027.
		Cl	=	0,400.
		SO <sub>3</sub>	=	0,022.
		SiO <sub>2</sub>	=	0,054.
		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	=	0,345.
		CaO	=	0,501.
MgO	=	0,138.		
Co <sub>2</sub>	=	0,485.		

### Опыты надъ рыбами.

Опыты надъ рыбами въ сточной водѣ производились со щуками и плотвой, только въ опытѣ XVI былъ взятъ для наблюденій лещъ, вмѣсто щуки.

Опыты производились въ стеклянныхъ цилиндрахъ, за исключеніемъ послѣднихъ трехъ — XVIII, XIX и XX, для каковыхъ употреблялись оба аквариума, такъ какъ послѣдніе опыты продолжались по 5 дней.

Примѣнены были слѣдующія разведенія сточной воды: 1 : 1; 1 : 10; 1 : 20; 1 : 25 и 1 : 40. Чтобы констатировать, производятъ ли взвѣшенные вещества особо вредное дѣйствіе, была примѣнена при опытахъ какъ фильтрованная, такъ и не фильтрованная сточная вода. Такъ какъ количество кислорода въ водѣ во время опыта быстро понижалось, то при помощи воздушнаго насоса вода насыщалась воздухомъ, какъ только замѣчался значительный недостатокъ въ кислородѣ.

Изъ опытовъ XIV—XX съ очевидностью вытекаетъ, что сточная вода названной фабрики можетъ оказаться вредной для рыбъ въ томъ случаѣ, если не произойдетъ достаточнаго разведенія сточной воды, а равно если количества сточной воды, вливающихъ въ проточную воду велики, а количество воды, воспринимающей ихъ незначительно. Предположеніе, что мелко взвѣшенный иль оказываетъ вредное дѣйствіе, также нашло

Наименован. рыбъ.		XIV опытъ.				
Длина рыбъ.	Вѣсъ рыбъ.	Разведеніе сточной воды чугунолитейнаго завода (нефильтрованной) водопроводной водой 1 : 1. Количество воды 5 литровъ. Начало опыта 2 Мая 1903 г. 11 ч. 30 м.				
Температура воды для опыта въ 0 С.	Количество кислорода на 1 литръ въ куб. сант.	ч.	м.			
Плотва.	15,5    30,0	11° С.	7,4	11 ч. 30	Плотва.	Щука.
				11 „ 35	На днѣ сосуда.	
				11 „ 40	Мечется въ разн. направленіяхъ.	
				11 „ 45	Поворач. на бокъ.	На днѣ сосуда.
				11 „ 50	Плав. брюх. вверхъ на поверхн. воды.	Ложится на бокъ, но сейчасъ же плаваетъ опять въ нормальн. положеніи.
				11 „ 55		Стремительно мечется въ разныхъ направленіяхъ.
				12 „ —	Плав. брюх. вверхъ на поверхн. воды.	Поднимается на поверхность, жадно вбирая въ себя воздухъ; нѣск. разъ до половины высовывается изъ воды.
				12 „ 5		Ложится на бокъ.
				12 „ 10	Лож. брюх. вверхъ на поверхн. воды.	Опускается на дно сосуда.
				12 „ 20	Лож. брюх. вверхъ; судороги тѣла.	Легитъ на боку на днѣ сосуда; также сильная судороги тѣла.
Щука.	18,5    34,0	1,0	1,0	12 „ 35		Ложится брюхомъ вверхъ.
				12 „ 45	Слабо дышетъ.	Легитъ неподвиж. брюхомъ вверхъ; замѣтны легкія судороги тѣла.
				3 „ —	Легитъ брюхомъ вверхъ на поверхности воды.	Смерть †.
				3 „ 10		
				3 „ 30	Смерть †.	
					Потеря равновѣсія : Смерть наступила :	Черезъ 15 минутъ. „ 4 часа.

Наименов. рыбь.	Длина рыбь.	Вѣсъ рыбь.	Температура воды для опыта в ° С.	Количество кислорода на 1 литръ въ куб. сант.	XV опытъ.	
					Разделение сточной воды чугунолитейного завода (фильтрованной) водопроводной водой 1 : 1. Количество воды 5 литровъ. Начало опыта 3 Мая 1903 г. 6 ч. 10 м.	
ч.	м.			Время.	Плотва.	Щука.
			9,5° С.	7,4	6 ч. 10	
Плотва.	15 см.	30,0			6 „ 15	Очень безпокойна и брос. въ разныя стороны.
					6 „ 20	Объ рыбы одновременно ложатся на бокъ; плаваютъ затѣмъ еще короткое время въ нормальномъ положеніи.
					6 „ 25	Объ плаваютъ на поверхности то брюхомъ вверхъ, то въ боковомъ положеніи и опускаются затѣмъ на дно сосуда.
				2,5	6 „ 30	Плавасть на поверхности брюхомъ вверхъ.
					6 „ 40	Лежитъ неподвиж. на поверхности брюхомъ вверхъ.
					7 „ 30	Плавасть брюхомъ вверхъ на поверхности воды.
					8 „ —	Такое же полож.
					8 „ 15	Слабо дышать.
					8 „ 20	Смерть †.
					9 „ —	Слабо дышать.
					9 „ 15	Смерть †.
						Черезъ 10 минутъ.
						„ 2 ч. 10 м.
Щука.	17 см.	35,0				Плавасть въ разн. направл. на поверхности воды.
						Изъ полож. брюхомъ вверхъ на поверхности переходить въ вертикальное.
						Въ такомъ же положеніи.
						Все еще въ томъ же положеніи; жадно вбираетъ въ себя воздухъ.
						Такое же полож.
						Опускается на дно сосуда.
						Лежитъ на днѣ брюхомъ вверхъ.
						Слабо дышать.
						Смерть †.
						Черезъ 10 минутъ.
						„ 3 ч. 5 м.
						Потеря равновѣсія: Смерть наступила:

Наименов. рыбь.	Длина рыбь.	Вѣсъ рыбь.	Температура воды для опыта в ° С.	Количество кислорода на 1 литръ въ куб. сант.	XVI опытъ.	
					Разделение сточной воды чугунолитейного завода (фильтрованной) водопроводной водой 1 : 10. Количество воды 5 литровъ. Начало опыта 4 Мая 1903 г. 8 ч. утра.	
ч.	м.			Время.	Лещь.	Плотва.
					8 ч. —	
			16° С.	6,7	8 „ 5	Очень безпокоенъ.
					8 „ 20	Часто поднимается на поверхность.
				4,6	8 „ 30	Часто вбираетъ въ себя воздухъ.
					8 „ 45	Объ рыбы очень безпокойны.
					9 „ —	Дѣлается спокойнѣе.
					9 „ 30	Плавасть на днѣ сосуда.
					12 „ —	Объ медленно плаваютъ въ водѣ.
					2 „ —	Опускается на дно.
					2 „ 30	Ложится на бокъ и плавасть въ косомъ положеніи.
			16,5° С.	2,2	2 „ 35	Принимаетъ въ водѣ вертикальное положеніе головой внизъ.
					2 „ 45	Принимаетъ положеніе брюх. вверхъ.
					3 „ —	Плавасть переворачиваясь часто то въ косомъ, то въ боковомъ положеніи.
					3 „ 10	Плавасть въ нормальномъ положеніи, однако же ежесекундно терять равновѣсія.
					3 „ 30	Немного оправляется.
					4 „ —	Принимаетъ опять въ водѣ вертикальное положеніе головой внизъ.
						Поднимается на поверхность, жадно вбирая въ себя воздухъ, и снова опускается на дно.
Лещь.	16 см.	30,0				
Плотва.	18 см.	40,0				

Наименован. рыбъ.	Длина рыбъ.	Вѣсъ рыбъ.	Температура воды для опыта въ °С.	Количество кислорода на 1 литръ въ куб. сант.	Время.	XVI опытъ.						
						(Продолженіе.)						
					ч. м.	Лещъ.	Плотва.					
Лещъ.			120° С.	1,8	5 ч.	Плавасть то въ косомъ, то въ боковомъ положеніи, часто останавливаясь въ вертикальномъ положеніи.						
					7 "	Плавасть на боку, часто переворачиваясь.						
					9 "	Постепенно управляется.						
					11 "	Лежитъ неподвиж. на днѣ сосуда.						
					5/V 9 ч. ут.	Объ плавають на днѣ сосуда.						
					10 "	Находится то въ положеніи брюхомъ вверхъ, то въ боковомъ; иногда въ вертикальномъ.						
					12 "	Плавасть нѣкоторое время въ нормальномъ положеніи.						
					3 "	Снова начинать переворач. въ водѣ.						
					8 "	Объ лежать на днѣ сосуда.						
					9 "	Ложится брюхомъ вверхъ и въ такомъ положеніи поднимается на поверхность воды.						
Плотва.			80° С.	1,7	5 ч.	Объ плавають на днѣ сосуда.						
					10 "	Находится то въ положеніи брюхомъ вверхъ, то въ боковомъ; иногда въ вертикальномъ.						
					12 "	Плавасть нѣкоторое время въ нормальномъ положеніи.						
					3 "	Снова начинать переворач. въ водѣ.						
					8 "	Объ лежать на днѣ сосуда.						
					9 "	Ложится брюхомъ вверхъ и въ такомъ положеніи поднимается на поверхность воды.						
					12 "	Объ рыбы послѣ 1 1/2 дневн. пребыв. въ водѣ для оп. были оттуда вынуты и помѣж. въ свѣж. воду, въ котор. плотва на слѣд. день поколѣла. — Лещъ напротивъ оправился и остался живъ. За все время до смерти плотва наход. въ чист. водѣ въ положеніи брюхомъ вверхъ.						
					120° С.							

Наименован. рыбъ.	Длина рыбъ.	Вѣсъ рыбъ.	Температура воды для опыта въ °С.	Количество кислорода на 1 литръ въ куб. сант.	Время.	XVII опытъ.				
						Разведеніе сточной воды чугунолитейного завода (нефильтрованной) водопроводной водой 1 : 20. Количество воды 5 литровъ. Начало опыта 1 Мая 1903. г. 6 ч. 10 м.				
					ч. м.	Плотва.	Щука.			
Плотва.			110° С.	7,3	6 ч. 10		Находится на днѣ сосуда.	Поднимается на поверхность воды и вбираетъ въ себя воздухъ.		
					6 "	20			Плавасть на поверхности воды.	
					7 "	10				
					9 "				Плавасть на поверхности воды.	
					10 "				Объ рыбы находятся на днѣ сосуда.	
					2/V.					
					8 ч. у.				Объ рыбы находятся на днѣ сосуда.	
					12 "				Объ за все время находятся въ одномъ и томъ же положеніи.	
					3 "					
					5 "					
Щука.			130° С.		8 "			На поверхности воды; отъ времени до времени жадно вбираетъ въ себя воздухъ.		
					18,5	44,0				
					130° С.					
					3/V.					
					7 ч. у.				Лежитъ на днѣ сосуда.	Мертвая лежитъ на поверх. воды ф.
					8 "				Очень безпокойна; бросается въ разныя стороны.	
					8 "	15			Плавасть въ водѣ въ разныя стороны; крайне безпокойна.	
					8 "	30			Плавасть кверху брюхомъ на поверхности воды.	
					140° С.	2,2			Смерть ф.	
					Потеря равновѣсія: Смерть наступила;					

Наименован. рыбъ.	Длина рыбъ.	Высь рыбъ.	XVIII опытъ.		Время.	Разведеніе сточной воды чугунолитейного завода (фильтрованной) водопроводной водой 1 : 25. Количество воды 12 1/2 литровъ. Начало опыта 7 Мая 1903 г. 12 ч.
			Температура воды для опыта въ ° С.	Количество кислорода на 1 литръ въ куб. сант.		
Плотва.	10 см.	7,0	12° С.	7,0	12 ч. —	Плотва. Щука.
			13,5° С.	4,3	4 „ —	Объ рыбы плавають въ водѣ.
			10° С.	4,1	8 „ — 8 ч. ут.	Объ рыбы плав. на днѣ аквариума. Рѣзво плавасть. На днѣ аквариума.
			12° С.		12 „ —	На поверхн. воды.
			12° С.		3 „ —	Мечется въ разн. направленіяхъ. Опускается на дно аквариума.
			12° С.		8 „ —	Объ лежать на днѣ аквариума.
			12° С.		9/V 8 ч. ут.	Объ рыбы спокойно плавають.
			13° С.	3,2	8 ч. веч.	Рѣзво плавасть въ водѣ. Лежить на днѣ аквариума.
			12,5° С.		10/V 8 ч. ут.	Объ рыбы повидим. здоровы и рѣзвы.
			14,5° С.	3,6	8 ч. веч.	Тоже самое.
Щука.	16 см.	57,0	14° С.		11/V 8 ч. ут.	Тоже самое.
			14° С.	4,0	12/V 8 ч. ут.	Тоже самое.
					12 „ —	Объ рыбы за время 5 дней. пребыванія въ водѣ для опыта были здоровы и рѣзвы. Переведенная въ свѣжую воду, также оставались здоровы, такъ что вреднаго дѣйствія указанной концентрации нельзя было констатировать.

Наименован. рыбъ.	Длина рыбъ.	Высь рыбъ.	XIX опытъ.		Время.	Разведеніе сточной воды чугунолитейного завода (нефильтрованной) водопроводной водой 1 : 25. Количество воды 30 литровъ. Начало опыта 13 Мая 1903 г. 9 час. утра.			
			Температура воды для опыта въ ° С.	Количество кислорода на 1 литръ въ куб. сант.					
Плотва.	19 см.	65,0	13° С.	7,35	9 ч. —	Плотва. Щука.			
				5,42	10 ч. —				
			12,5° С.	4,31	2 ч. —	Объ спокойно плавають въ водѣ.			
					9 веч.	На днѣ аквариума. Поднимается на поверхность, вбирая въ себя воздухъ.			
			12° С.	3,06	14/V 9 утра.	На поверхности воды. Часто поднимается на поверхность воды.			
			12,5° С.		2 ч. —				
			12° С.		9 веч.	Безпокойна. Въ ослабленномъ состояніи на поверхности воды; вбираетъ въ себя воздухъ.			
			Щука.	14 см.	22,0	11,5° С.	1,82	15/V 9 утра.	Безпокойна; на поверхности воды. Лежить мертвая на поверхности воды. Покояла ночью. †.
						12,5° С.	2,20	9 веч.	Все еще на поверхности воды.
						12° С.	3,66	16/V 9 утра.	Жадно вбираетъ воздухъ на поверхности воды.
13° С.		3 ч. 10 3 ч. 45				Принимаетъ боковое положеніе. Смерть †.			
Потеря равновѣсія : Смерть наступила :						Чер. 3 дня 6 ч. 10 м. 3 „ 6 „ 45 „			



Наименован. рыбъ.	Длина рыбъ.	Вѣст. рыбъ.	Температура воды для опыта въ 0 С.	Количество кислорода на 1 литръ въ куб. сант.	XX опытъ.				
					Время.	Разведеніе сточной воды чугунолитейного завода (нефильтрованной) водопроводной водой 1 : 40. Количество воды 30 литровъ. Начало опыта 15 Мая 1903. 9 ч. утра.			
					ч.	м.			
Плотва.	14 см.	25,0	11,5°С.	7,12	9 ч. —	Плотва.			
			13° С.		9 „ у.	Объ рыбы цѣлый день спокойно плаваютъ въ аквариумѣ.			
			12,5°С.	5,20	2 „ —				
					9 „ в.				
			12,5°С.	2,53	16/V.	Чаще всего находятся на днѣ аквариума.			
			13,5°С.		9 ч. у.				
			13,5°С.	1,27	2 „ —				
			13,5°С.		9 „ в.				
			Щука.	13 см.	21,0	13,5°С.	1,59	17/V.	Появляются иногда на поверхности. Кажутся здоровыми и рѣзвыми.
						14° С.		9 ч. у.	
14° С.	1,82	2 „ —							
		9 „ в.							
13° С.	2,20	18/V.				Незамѣтно никакой перемѣны въ состояніи рыбъ.			
14° С.		9 ч. у.							
14° С.	2,41	2 „ —							
14° С.		9 „ в.							
		19/V.				Рѣзво плаваютъ въ водѣ.			
13,5°С.	2,73	9 ч. у.							
14° С.		2 „ —							
14° С.	3,10	9 „ в.							
		20/V.	Были вынуты изъ воды для опыта и перенесены въ свѣжую воду.						
	4,0	9 ч. у.							
		2 „ —							
				9 „ в.					

Рыбы остались рѣзвыми и здоровыми.

подтвержденіе въ послѣднихъ опытахъ. Между тѣмъ какъ предѣлъ вредности для фильтрованной сточной воды лежитъ при разведеніи 1 : 20 и дальнѣйшее разведеніе 1 : 25, какъ доказалъ опытъ XVIII, не оказываетъ больше вреднаго вліянія, — то же самое разведеніе (1 : 25) для нефильтрованной сточной воды оказалось безусловно вреднымъ и только разведеніе 1 : 40 не оказывало на рыбъ вреднаго вліянія. Если разведеніе было незначительно, какъ въ опытахъ XIV и XV, то рыбы быстро было доведены до предѣла сопротивленія; по прошествіи не болѣе 20 минутъ онѣ лежали на боку. Даже разведенія 1 : 10 и 1 : 20 оказались еще довольно вредными. Если нефильтрованная сточная вода примѣшивалась къ водопроводной водѣ, то въ жабрахъ рыбъ находили мелкій черный иль и можно предполагать, что смерть въ нѣкоторыхъ случаяхъ обуславливалась задушеніемъ. Въ первыхъ опытахъ плавники рыбъ оказались прижженными и кожа мѣстами отслаивалась отъ тѣла, что могло быть вызвано высокимъ содержаніемъ извести. Во всякомъ случаѣ однако нельзя исключить догадки, что сточная вода въ свѣжемъ состояніи оказываетъ болѣе ядовитое дѣйствіе, чѣмъ это показали мои опыты.

Нерастворимых органических веществ — 8,0, растворимых органических веществ — 11,0, неорганических веществ — 7,0.

По К ö n i g'у<sup>1)</sup> сточная вода винокуренного завода и дрожжевой фабрики содержала на литр:

### С. Сточная вода дрожжевой фабрики.

Въ противоположность об'ёмъ предыдущимъ сточнымъ водамъ, заключающимъ въ себѣ почти исключительно минеральныя составныя части, сточная вода дрожжевой фабрики чрезвычайно богата органическими азотъ содержащими веществами, но кромѣ нихъ часто содержитъ еще значительное количество извести и минеральныхъ кислотъ, особенно въ бардѣ.

Подъ влияніемъ дрожжей органическія вещества легко и быстро распадаются и приходятъ въ броженіе и такимъ образомъ сточныя воды могутъ загрязнять на большомъ пространствѣ небольшія проточныя воды, въ особенности если медленное теченіе и значительная извилистость рѣки способствуетъ отложенію органическихъ веществъ на берегахъ и на дни рѣки. Когда вода въ жаркіе лѣтніе дни спадаетъ, то отложенныя массы могутъ вызвать на мелкихъ мѣстахъ такое зловоніе, что жители должны быть крайне обезпечены образующимися при гніеніи газами. При этомъ должно быть принято во вниманіе то обстоятельство, что количество сточныхъ водъ изъ дрожжевыхъ фабрикъ довольно значительно. P a r r e n h e i m говоритъ<sup>1)</sup>: „винокуренные заводы и дрожжевыя фабрики производятъ количество сточныхъ водъ, имѣющее значеніе даже для большихъ рѣкъ, для маленькихъ же рѣчекъ могутъ сдѣлаться крайне опасными. Спускъ барды въ маленькіе ручьи и незначительныя рѣчки онъ считаетъ недопустимымъ даже для сточныхъ водъ, очищенныхъ извѣстною. По M e u g e i n'у<sup>2)</sup> барда имѣетъ приблизительно слѣдующій составъ на литр:

	Неорганич. вещества.	Органич. вещества.	Азотъ	Необходимый для окислен. кислородъ:	
				Въ кислотномъ растворѣ	Въ щелочномъ растворѣ
Дрожжевая вода послѣ промыванія дрожжей	млгр. 853,0	млгр. 5919,0	млгр. 296,0	млгр. 2888,0	млгр. 2304,0
Общее количество сточной воды. . . . .	353,0	338,5	21,3	142,0	122,8

Сточная вода мѣстной дрожжевой фабрики вливается въ Эмбахъ по двумъ сточнымъ трубамъ. Одна изъ нихъ вливается непосредственно въ Эмбахъ, другая въ городскую сточную канаву Липовой улицы недалеко отъ впаденія ея въ Эмбахъ. Я производилъ анализъ двухъ различныхъ пробъ сточной воды. Одна проба (а) была взята въ моемъ присутствіи изъ резервуара фабричнаго помѣщенія, вторая проба сточной воды (b) была взята мною изъ впадающей въ городскую канаву сточной трубы. Какъ физическія свойства, такъ и химическій составъ обѣихъ сточныхъ водъ были существенно различны. Сточная вода а была бѣловато-мутнаго цвѣта съ ароматическимъ запахомъ, давала слабо щелочную реакцію и содержала только 0,6 твердыхъ составныхъ частей (растворенныхъ и взвѣшенныхъ веществъ) на литр. Напротивъ сточная вода b была бураго цвѣта, сильно мутна, давала также слабощелочную реакцію, имѣла однако 9,0 твердыхъ составныхъ частей на литр, которыя при слабомъ прокалываніи оставляли чистый черный уголь. Температура только что взятой сточной воды была 40° С. Анализъ обѣихъ пробъ сточныхъ водъ далъ существенныя различія въ ихъ составѣ; обѣ пробы содерж. въ граммахъ на 1 литр:

1) Dr. L. P a r r e n h e i m. Handbuch der Sanitäts-Polizei, Bd. I, pag. 126.

2) Ibid.

1) J. K ö n i g. „Verunreinigung der Gewässer“. Bd. II, pag. 210.

Въ взвѣ- шенныхъ веществъ	{	Сточная вода <i>a)</i>	<i>b)</i>	
		Общее количество азота	0,014	0,266
		Взвѣшенные вещества	— 0,162	0,199
		Остатокъ отъ прокаливанія	— 0,020	0,055
		Потеря при прокаливаніи	— 0,142	0,144
		Азотъ	0,040	

## Въ фильтратѣ.

Сухой остатокъ при 110° С.	— 0,516	8,815
Остатокъ отъ прокаливанія	— 0,400	0,818
Потеря при прокаливаніи	— 0,116	7,997
Амміакъ	— 0,0085	0,0075
Азотъ	—	0,226
Cl.	— 0,075	0,210
SO <sub>3</sub> .	— 0,022	0,0705
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	— 0,008	0,013
SiO <sub>2</sub>	— 0,009	0,037
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	— 0,019	0,042
MgO.	— 0,074	0,118
CaO.	— 0,139	0,171

Если мы сравнимъ объ пробы сточной воды, то прежде всего замѣтимъ разницу въ количествахъ органическихъ веществъ. Такъ какъ аммонійныя соли и другія летучія минеральныя составныя части находятсѣ только въ минимальныхъ количествахъ, то всю потерю при прокаливаніи можно отнести къ органическимъ веществамъ, въ *a* только 0,116, въ *b* же 7,997, такимъ образомъ почти въ 80 разъ больше; также SO<sub>3</sub>, Cl, CaO и азотъ находятсѣ въ значительно большихъ количествахъ въ пробѣ *b*.

Оказалось, такимъ образомъ, что взятая изъ резервуара фабрики сточная вода имѣетъ болѣе благоприятный въ смыслѣ вредности составъ, чѣмъ проба, взятая много изъ сточной трубы. Такъ какъ однако послѣдняя сточная вода спускается въ Эмбахъ въ значительныхъ количествахъ, какъ я могъ это констатировать нѣсколько разъ, то я предпринималъ мои опыты надъ рыбами исключительно со сточной водой *b*.

## Опыты надъ рыбами.

Опыты съ дрожжевой водой, за исключеніемъ первыхъ двухъ — XXI и XXII, являются опытами продолжительными и вслѣдствіе этого производились въ акваріумахъ.

Чтобы по возможности приблизиться къ естественнымъ условіямъ въ рѣкѣ, немедленно въ акваріумы было влито большое количество воды — (30—40 литровъ), затѣмъ прибавлена соотвѣтственная сточная вода въ количествахъ необходимыхъ для полученія желаемого разведенія.

Начиная съ третьяго дня, ежедневно въ опредѣленный часъ приливалось 10 литровъ воды, къ которой опять прибавлялось соотвѣтственное количество сточной воды, такъ что концентрація оставалась той же самой, что и въ началѣ опыта. Способъ этотъ при дальнѣйшихъ опытахъ оказался очень удачнымъ. Однако при этомъ поглощеніе кислорода было настолько быстрымъ, что увеличеніе содержанія кислорода послѣ прибавленія воды было едва замѣтнымъ. Количество кислорода очень быстро падало и обыкновенно послѣ нѣсколькихъ часовъ уже можно было констатировать только минимальныя количества кислорода, раствореннаго въ водѣ для опыта. Пропусканіе воздуха при помощи воздушнаго насоса было недостаточнымъ для того, чтобы на продолжительное время повысить содержаніе кислорода въ водѣ. Рыбы поэтому могли погибнуть такъ же отъ недостатка кислорода въ водѣ, какъ и отъ образующихся продуктовъ гніенія. Для опытовъ употреблялись щуки, плотва, лециязи и окуни. Разведеніе въ отдѣльныхъ опытахъ бралось: 1 : 1; 1 : 10; 1 : 20 и 1 : 40.

Изъ первыхъ двухъ опытовъ — XXI и XXII слѣдуетъ, что рыбы при разведеніи сточной воды 1 : 1; 1 : 10 могутъ жить только короткое время. Слѣдующіе опыты — XXIII — XXVI, которые всѣ были опытами продолжительными въ результатѣ показали, что плотва обладала большой способностью сопротивленія къ недостатку кислорода, а также къ образующимся продуктамъ броженія. Другія употребленныя для опыта рыбы, за исключеніемъ эзей, погибли, напротивъ очень скоро отъ дѣйствія сточной воды. Образующіяся газы броженія

Наименован. рыбъ.		Длина рыбъ.	Вѣсъ рыбъ.	Температура воды для опыта въ ° С.	Количество кислорода на 1 литръ въ куб. сант.	Время.	XXI опытъ.	
Разведение сточной воды дрожжевой фабрики водопроводной водой 1 : 1. Количество воды 5 литровъ. Начало опытовъ 5 Мая 1903 г. 7 ч. 45 мин.								
Окунь.	11 см.	13,0	22° С.	5,20	2,5	7 ч. 45	Окунь.	Плотва.
						8 „	Поднимается на поверхность воды.	Безпокойно плавать на днѣ.
						8 „ 10	Ложится на бокъ но сейчас же плаваетъ въ нормальномъ положеніи.	На днѣ сосуда.
						8 „ 30	Жадно глотаетъ воздухъ на поверхности воды.	Очень безпокойна.
						9 „	Нѣсколько разъ высовываетъ голову надъ поверхностью воды.	Также очень безпок.; поднимается на поверхность.
						9 „ 30	Мечется въ водѣ.	
						10 „	Объ рыбы опускаются на дно сосуда.	
						12 „	Объ лежать неподвижно на днѣ сосуда и остаются въ такомъ полож. до вечера.	
						8 „ 6/V.	Лежить мертвый на днѣ сосуда.	Медленно плава. на днѣ сосуда.
						9 ч. у.		Выскакиваетъ совершенно изъ воды, но падаетъ обратно; подним. нѣсколько разъ голову надъ поверхностью воды.
12 „		Ложится на бокъ.						
1 „		Принимаетъ положеніе брюх. вверхъ.						
1 „ 30		Лежить брюхомъ вверхъ на днѣ сосуда.						
2 „		Черезъ 1 день 5 ч. 15 мин. Въ два часа была вынута изъ воды для опыта и перенесена въ свѣжую воду, гдѣ она и оправилась.						
Потеря равновѣсія: Смерть наступила:								

Наименован. рыбъ.		Длина рыбъ.	Вѣсъ рыбъ.	Температура воды для опыта въ ° С.	Количество кислорода на 1 литръ въ куб. сант.	Время.	XXII опытъ.	
Разведение сточной воды дрожжевой фабрики водопроводной водой — 1 : 10. Количество воды 10 литровъ. Начало опыта 8 Мая 1903 г. 1 часъ.								
Лещь.	12 см.	17,0	12° С.	7,2	1,6	1 ч. —	Лещь.	Плотва.
						1 ч. 5	Очень безпокоенъ.	Спокойно лежить на днѣ сосуда.
						1 ч. 10		Безпокойна.
						1 ч. 20	Объ рыбы лежатъ спокойно на днѣ сосуда.	
						2 ч. —	Объ рыбы плаваютъ на днѣ сосуда.	
						8 вч.	Также плаваютъ на днѣ сосуда.	
						9/V.		
						8 утра.	Жадно вбираетъ въ себя воздухъ на поверхности воды.	Плаваетъ на поверхности воды, жадно вбирая въ себя воздухъ.
						1 ч. —	Объ рыбы очень безпокойны на поверхности воды.	
						3 ч. —	Плаваютъ на поверхности воды, поднимаютъ нѣсколько разъ голову надъ уровнемъ воды и жадно вбираютъ въ себя воздухъ.	
8 вч.	Объ все время плаваютъ на поверхности воды.							
10/V.								
8 утра.	Объ безпокойны жадно вбираютъ въ себя воздухъ.	на поверхности; жадно вбираютъ въ себя воздухъ.						
9 ч. 20	Принимаетъ вертикальное положеніе, затѣмъ боковое положеніе; наконецъ ложится брюхомъ вверхъ.							
9 ч. 25	Лежить неподвижно на днѣ брюхомъ вверхъ.							
9 ч. 28	Плаваетъ на поверхности, жадно вбирая въ себя воздухъ.							
9 ч. 30		Безпрерывно плаваетъ на днѣ сосуда.						

Наименован. рыбъ.	Длина рыбъ.	Вѣсъ рыбъ.	Температура воды для опыта въ ° С.	Количество кислорода на 1 литръ въ куб. сант.	Время.	XXII опытъ.	
						(Продолженіе.)	
					ч. м.	Лещъ.	Плотва.
			14° С.		9 ч. 32	Неподвижно лежитъ на днѣ въ нормальномъ положеніи.	
					10 „ 10	Ежеминутно ложится на бокъ и плаваетъ наконецъ брюхомъ вверхъ на поверхности воды.	
					10 „ 25		Ложится на бокъ и затѣмъ сейчасъ же брюх. вверхъ и въ этомъ положеніи поднимается на поверхн. воды.
					10 „ 27	Лежитъ брюхомъ вверхъ на днѣ сосуда.	
					10 „ 47	Объ жадно вбираютъ въ себя воздухъ на поверхности воды.	
					11 „ —	Лежитъ неподвиж. брюхомъ вверхъ на днѣ сосуда.	Плаваетъ въ нормальномъ положеніи на поверхн. водѣ.
					11 „ 15	Слабо дышетъ.	
					11 „ 25	Смерть †.	
					11 „ 50		Лежитъ брюхомъ вверхъ на поверхн. воды.
					12 „ —		Бросается въ разн. стороны на поверхности воды, остается наконецъ леж. брюхомъ вверхъ.
					12 „ 15		Очень слабо дыш.
					12 „ 30		Смерть †.
Потеря равновѣсія:						Чер. 1 д. 20 ч. 25 м.	
Смерть наступила:						„ 1 „ 22 „ 25 „	
						Чер. 1 д. 21 ч. 25 м.	
						„ 1 „ 23 „ 30 „	

Наименован. рыбъ.	Длина рыбъ.	Вѣсъ рыбъ.	Температура воды для опыта въ ° С.	Количество кислорода на 1 литръ въ куб. сант.	Время.	XXIII опытъ.	
						Разведеніе сточной воды дрожжевой Фабрики водопроводной водой 1 : 20. Къ началу опыта. Количество воды 30 литровъ. Начало опыта 17 Іюня 1903 г. 2 ч.	
					ч. м.	Плотва I.	Плотва II.
			17° С.	6,4	2 ч. —		
			18° С.		8 ч. в.	Въ началѣ опыта обѣ безокойно плаваютъ въ аквариумѣ.	
			17,5° С.	0,59	18/VI.	Обѣ спокойно леж. на днѣ аквариума.	
					9 ч. у.	Часто поднимаются на поверхность воды, жадно вбирая въ себя воздухъ	
					2 „ —	Дѣлаются безпок. и плав. стремительно въ разныя стороны на поверхности.	
					8 „ в.	Жадно вбираютъ въ себя воздухъ на поверхности воды.	
			18° С.		19/VI.		
			18,5° С.		2 „ —	Безпрерывно находятся на поверхности, жадно вбирая въ себя воздухъ.	
			18,5° С.		8 „ в.		
					20/VI.		
			19° С.		8 ч. у.	Часто находятся на поверхности, иногда же опуск. на дно аквариума.	
			19,5° С.		2 „ —		
			19° С.		8 „ в.		
			17,5° С.		21/VI.		
			18,5° С.		2 „ —	Рыбы совершенно въ томъ же состояніи, какъ и наканунѣ.	
			18° С.		8 „ в.		
					22/VI.		
			19° С.		8 ч. у.	Также, какъ и наканунѣ.	
			18° С.		2 „ —		
			18° С.		8 „ в.		
					23/VI.		
			18° С.		8 ч. у.	Постоянно на поверхности, жадно вбираютъ воздухъ.	
			18,5° С.		2 „ —		
			18° С.		8 „ в.		
					24/VI.		
			18° С.		8 ч. у.	Рыбы въ такомъ же состояніи, какъ и наканунѣ.	
			17,5° С.		2 „ —		
			17,5° С.		8 „ в.		

Наименован. рыбъ.	Длина рыбъ.	Вѣсъ рыбъ.	Температура воды для опыта въ °С.	Количество кислорода на 1 литръ въ куб. сант.	Время. ч. м.	XXIII опытъ. (Продолженіе).	
						Плотва I.	Плотва II.
			18,5°С. 19°С. 19,5°С.		25/VI.		
					8 ч. у.	} Такое же состояніе, какъ и накануне.	
				2 " —			
				8 " —			
			19°С. 19,5°С. 19°С.		26/VI.	} Рыбы постоянно находятся на поверхности воды.	
				9 ч. у.			
				2 " — 8 в. —			
			18,5°С. 19°С. 18°С.		27/VI.	} Рыбы находятся на поверхности воды. Тоже. Ложится на бокъ. Плаваетъ брюхомъ вверхъ, слабо дышетъ.	
				9 ч. у.			
				2 " — 8 " в.			
					9 " —	} Безпрерывно плаваетъ на поверхности воды, жадно вбирая воздухъ.	
				9,30			
				28/VI.			
			17,5°С. 18,5°С. 19°С.		9 ч. у.	} Какъ и накануне.	
				2 " —			
				8 в. —			
			17,5°С. 19°С. 18°С.		29/VI.	} Также на поверхности.	
				9 ч. у.			
				2 " — 8 " в.			
			18°С. 19,5°С. 18,5°С.		30/VI.	} Также на поверхности.	
				9 ч. у.			
				2 " — 8 " в.			
			15°С.		1/VII.	} Плаваетъ на поверхности. Вынута изъ воды для опыта и перемѣщена въ свѣжую воду.	
				9 ч. у.			
			16°С.		2 " —		

Первая плотва погибла послѣ 10 дневнаго пребыванія въ водѣ для опыта, между тѣмъ какъ вторая послѣ 2 недельнаго пребыванія перемѣщена въ свѣжую воду, гдѣ она и оправилась.

Наименован. рыбъ.	Длина рыбъ.	Вѣсъ рыбъ.	Температура воды для опыта въ °С.	Количество кислорода на 1 литръ въ куб. сант.	Время. ч. м.	XXIV опытъ. Разведеніе сточной воды дрожжевой фабрики водопровод. водой 1 : 40. Количество воды въ началѣ опыта 30 литровъ. Начало оп. 17 Юня 1903 г. 2 ч.	
						Плотва I.	Плотва II.
			17°С.	6,6	2ч. —		
			18°С.		2 " —		
			18°С.		8 " в.		Объ на поверхн. жадно вбир. воздухъ.
			17,5°С.		18/VI 9 ч. у.		Объ рыбы безпокойны и мечутся въ водѣ въ разныхъ направленіяхъ.
	14 см.	27,0	18°С.	1,07	2 " —		Объ очень безпокойны.
			18°С.		8 " в.		Объ находятся на поверхн. воды.
			18°С.		19/VI 8 ч. у.	} Объ очень безпокойны и безъ перерыва наход. на поверхн. воды.	
			18,5°С.		2 " —		
			18,5°С.		8 " в.		
			19°С.		20/VI 8 ч. у.	} Кажется болѣе спокойн., однако постоянно наход. на поверхн. воды.	
			19,5°С.		2 " —		
			19°С.		8 " в.		
			17,5°С.		21/VI 8 ч. у.	} Находятся болѣе на днѣ аквариума; иногда появляются на поверхность воды.	
			18,5°С.		2 " —		
			18°С.		8 " в.		
			19°С.		22/VI 8 ч. у.	} Состояніе рыбъ такое же, какъ и накануне.	
			18°С.		2 " —		
			18°С.		8 " в.		
			18°С.		23/VI 8 ч. у.	} Состояніе такое же.	
			18,5°С.		2 " —		
			18°С.		8 " в.		
			18°С.		24/VI 8 ч. у.	} Состояніе такое же.	
			19°С.		2 " —		
			18,5°С.		8 " в.		
			18°С.		25/VI 8 ч. у.	} Рыбы постоянно находятся на поверхности воды, жадно вбирая въ себя воздухъ.	
			18,5°С.		2 " —		
			18°С.		8 " в.		

Наименован. рыбъ.	Длина рыбъ.	Вѣсъ рыбъ.	Температура воды для опыта въ °С.	Количество кислорода на 1 литръ въ куб. сант.	Время. ч. м.	XXIV опытъ.	
						(Продолженіе).	
					26/VI.	Плотва I.	Плотва II.
			19 <sup>0</sup> С. 19,5 <sup>0</sup> С. 19 <sup>0</sup> С.		9 ч. у. 2 " " 8 " в.	Постоянно на поверхности воды, жадно вбираютъ въ себя воздухъ.	
			18,5 <sup>0</sup> С. 19 <sup>0</sup> С. 18 <sup>0</sup> С.	27/VI. 9 ч. у. 2 " " 8 " в.	Точно такое же состояніе, какъ наканунѣ.		
			17,5 <sup>0</sup> С. 18,5 <sup>0</sup> С. 19 <sup>0</sup> С.		28/VI. 9 ч. у. 2 " " 8 " в.	Такое же состояніе.	
			17,5 <sup>0</sup> С. 19 <sup>0</sup> С. 18 <sup>0</sup> С.		29/VI. 9 ч. у. 2 " " 8 " в.	Въ состояніи рыбъ перемѣны не было.	
			18 <sup>0</sup> С. 19,5 <sup>0</sup> С. 18,5 <sup>0</sup> С.		30/VI. 9 ч. у. 2 " " 8 " "	Также постоянно на поверхности воды.	
			15 <sup>0</sup> С.		1/VII. 9 ч. у.	Объ плаваютъ спокойно на поверхности, жадно вбирая воздухъ.	
			16 <sup>0</sup> С.		2 "	Объ были въ 2 часа взяты изъ аквариума и помѣщены въ свѣжую воду.	
Объ рыбы въ теченіе двухъ недѣль находились въ водѣ для опыта безъ замѣтнаго вреднаго вліянія, что ясно доказываетъ, что плотва способна жить въ высшей степени загрязненной водѣ, а также, что она крайне нечувствительна къ недостатку кислорода.							

Наименован. рыбъ.	Длина рыбъ.	Вѣсъ рыбъ.	Температура воды для опыта въ °С.	Количество кислорода на 1 литръ въ куб. сант.	Время. ч. м.	XXV опытъ.		
						Разведеніе сточной воды дрожжевой фабрики водопроводной водой 1 : 20. Количество воды 40 литровъ. Начало опыта 1 Поля въ 8 час. утра.		
					8ч.—	Ершъ.	Язь.	Щука.
			13 <sup>0</sup> С.	6,1	8 " 30	Лежатъ спок. на днѣ аквариума.		Безпокойна.
			14 <sup>0</sup> С.	5,3	10 " 50			
			15 <sup>0</sup> С.	3,8	1 " —			
			16 <sup>0</sup> С.	2,9	3 " —			
	14,5см.	26,0	16,5 <sup>0</sup> С.	1,97	5 " —	На поверхности, жадно вбираетъ воздухъ.		
	16,5 "	50,0	15,5 <sup>0</sup> С.	0,94	7 " —	Также на поверхности ложится на бокъ.		Подним. на поверхность воды.
	23 "	85,0			8 " —	Ложится на бокъ. Плаваетъ иногда въ нормальномъ положеніи. Нѣсколько разъ становится отвѣсно въ водѣ.	Поднимается на поверхность, жадно вбирая воздухъ.	
					8 " 30	Очень безпокоенъ. Часто высовывается головой изъ воды; опускается затѣмъ снова на дно аквариума.		Плаваетъ на поверхности, жадно вбирая воздухъ.
					8 " 45	Плаваетъ брюх. вверхъ на днѣ аквариума.	Жадно вбир. воздухъ.	Постоянно на поверх. воды.
			15,5 <sup>0</sup> С.	0,75	9 " —	Нѣсколько разъ до половины высовывается изъ воды, но падаетъ обратно брюхомъ вверхъ и опускается на дно аквариума.		
					9 " 30	Смерть ѣ.	На поверхности, жадно вбир. воздухъ.	Плаваетъ на поверх. воды.

Наименован. рыбъ.		XXV опытъ.			
Длина рыбъ.	Вѣсъ рыбъ.	Температура воды для опыта въ ° С.	Количество кислорода на 1 литръ въ куб. сант.	Время.	(Продолженіе).
ч.	м.			ч.	м.
					Ершъ. Язь. Щука.
		15° С.	0,5	12 ч. н.	Объ очень безпокойны.
				2/VII.	
		14° С.		9 ч. у.	Объ рыбы постоянно на поверхности и жадно вбираютъ въ себя воздухъ.
				12 „ —	Очень безпокойна, бросается въ разн. стороны; высовыв. нѣсколько разъ голову надъ поверхностью воды.
		16,5° С.		12 „ 30	Принимаетъ вертикальное полож. и сейчасъ же падаетъ брюхомъ вверхъ.
			0,06	1 „ —	Смерть †.
				3 „ —	Безпокойно плаваютъ на поверхности воды.
		17,5° С.		8 „ в.	Жадно вбираетъ въ себя воздухъ на поверхности воды.
		16° С.		11 „ —	Ослабѣлъ.
				12 „ —	Едва замѣтн. движенія; плав. медленно на поверхности воды.
				3/VII.	
		15° С.		7 ч. у.	Мертвый на поверхности воды †.
Потеря равновѣсія:		Чер. 11 час.			
Смерть наступила:		„ 13 1/2 „		Чер. неполн. 2 дня.	Чер. 1 день 4 1/2 ч. „ 1 „ 5 „

Наименован. рыбъ.		XXVI.			
Длина рыбъ.	Вѣсъ рыбъ.	Температура воды для опыта въ ° С.	Количество кислорода на 1 литръ въ куб. сант.	Время.	Разведеніе сточной воды дрожжевой фабрики водопроводной водой 1 : 40. Количество воды 40 литровъ. Начало опыта 1 Юля 1903 года, 12 час.
ч.	м.			ч.	м.
					Лещъ. Язь. Щука.
		13,5° С.	6,2	12 „ 30	Легитъ на днѣ аквариума. Безпокойна.
		15° С.	4,54	2 „ —	
		16° С.	3,80	4 „ —	
	16,5 см.	16,5° С.	2,8	6 „ —	Всѣ три рыбы спокойно лежатъ на днѣ аквариума.
	60,0	15,5° С.	1,87	8 „ —	
		15° С.	1,2	10 „ —	Также всѣ три на днѣ аквариума.
		15° С.	0,56	12 „ —	Безпокойно плаваютъ на поверхн., жадно вбирая воздухъ.
	17,0 „			12 „ 30	Безпокойно плаваютъ въ водѣ; высовыв. голову надъ поверхностью воды.
				2/VII.	
	17,0 „			9 ч. у.	Легитъ мертвый на поверх. воды, умеръ ночью †.
	22,0 „			12 „ —	Объ остальныхъ рыбы жадно вбираютъ въ себя воздухъ на поверхности воды.
	70,0	16,5° С.	Слѣды кисл.	12 „ —	Очень безпокойна.
				2 „ —	Все время Жадно вбираетъ находится на поверхности, до половины изъ жадно вбирая воздухъ.
				2 „ 10	но падаетъ обратно и ложится на бокъ.
				2 „ 30	Плаваетъ брюх. вверхъ на поверхности воды.
				3 „ —	Смерть †.
		17,5° С.		8 „ —	Опустился на дно аквариума.
			Слѣды кисл.	3/VII.	
		15,5° С.		7 ч. у.	Плаваетъ на поверх. воды.



Наименован. рыбъ.	Длина рыбъ.	Вѣсъ рыбъ.	Температура воды для опыта въ °С.	Количество кислорода на 1 литръ въ куб. сант.	Времи. ч. м.	XXVI опытъ. (Продолженіе).			
						Лещъ.	Язь.	Щука.	
			16° С.		2 ч.		Плавать крайне безпокойно; находится то на днѣ то на поверхности аквариума.		
			16° С.		9 „ в.		На поверхности воды жадно вбирая воздухъ.		
			13,5° С.		4/VII. 9 ч. у.		Медленно плав. въ водѣ.		
			15° С.	Слѣды кислр.	2 „ —		Часто поднимается на поперх. воды.		
			14° С.		8 „ в. 5/VII.		Часто поднимается на поперх. воды.		
			15° С.		9 ч. у.				
			17,5° С.		2 „ —				
			17° С.		8 „ в. 6/VII.				
			16,5° С.		9 ч. у.	}	Медленно плав. на поперх. воды.		
			17,5° С.	2 „ —					
			17,5° С.	8 „ —					
			15° С.		7/VII.				
			18° С.		9 ч. у.	}	Также, какъ и накануне.		
			17° С.	2 „ —					
			17° С.		8 „ в. 8/VII.				
					9 ч. у.		Медленно плав., видимо ослабѣвши, на поперх. воды.		
					2 ч.		Быль въ 2 часа взять изъ воды для опыта.		
			Потеря равновѣсія: Смерть наступила:				До истеч. 20 ч.	Чер. 26 ч. 10 м. „ 1 день 3 ч.	

распространяли до такой степени интенсивную вонь, что продолжительное пребываніе въ этомъ помѣщеніи дѣлалось невозможнымъ не смотря на то, что окна комнаты, въ которой находился аквариумъ, были открыты день и ночь. Я держалъ сточную воду нашего города въ болѣе сильныхъ концентраціяхъ по цѣлымъ недѣлямъ въ аквариумѣ, но никогда не наблюдалъ такого рѣзкаго запаха гніенія, какой распространяла сточная вода дрожжевой фабрики даже при разведеніи 1 части сточной воды 40 частями чистой воды; уже послѣ 2—3 дневнаго стоянія лещъ и ершъ погибли уже въ теченіе 13<sup>1/2</sup> геср. 20 часовъ отъ дѣйствія сточной воды, щуки погибли въ теченіе одного дня и пяти часовъ; только язи оказались болѣе способными къ сопротивленію, они выдерживали вдвойнѣ (опытъ XXV), а въ послѣднемъ опытѣ (XXVI) язь былъ даже еще живъ по прошествіи недѣли, тогда какъ щука и лещъ умерли уже на второй день. На основаніи всѣхъ этихъ опытовъ необходимо признать сточную воду для рыбъ во всякомъ случаѣ крайне вредной въ томъ случаѣ, если не произойдетъ достаточнаго разведенія ея количествомъ воды въ рѣкѣ или если медленное теченіе или неблагоприятныя условія береговъ дѣлаютъ спускъ ея въ рѣку опаснымъ. Впрочемъ сточная вода дрожжевой фабрики могла бы быть прекраснымъ удобреніемъ для полей, уже только благодаря своему богатству азотомъ и высокому содержанію органическихъ веществъ и даже изъ однихъ экономическихъ соображеній рационально использовать подобные отбросы, а не выбрасывать ихъ въ проточныя воды.



М. Rubner<sup>1)</sup> даетъ для литра канальной воды городовъ безъ сплавной канализациі слѣдующія среднія цифры:

264	mg.	неорганическихъ	взвѣшенныхъ	веществъ
364	„	органическихъ	„	„
975	„	въ растворен. состояніи		
313	„	потери при прокаливаніи (органич. вещ.)		

Взвѣшенныхъ органическихъ веществъ на половину меньше таковыхъ же растворенныхъ.

Много спорили о томъ, какія изъ этихъ веществъ вреднѣе, растворенныя или взвѣшенныя. Rubner<sup>2)</sup> говоритъ: „главное вниманіе слѣдовало бы всегда прежде всего обращать на анализъ взвѣшенныхъ веществъ, если приходится имѣть дѣло также съ растворенными веществами. Взвѣшенныя вещества сохраняютъ свои свойства и несмотря на разжиженіе и, если не придерживаться чисто теоретическихъ соображеній, то необходимо признать, что изъ всѣхъ составныхъ частей канальной воды наибольшее значеніе въ вопросахъ о сточныхъ водахъ должны имѣть плавающія и взвѣшенныя вещества“. Поэтому при анализѣ городскихъ сточныхъ водъ я главнымъ образомъ вниманіе обращалъ на взвѣшенныя вещества. При анализахъ сточныхъ жидкостей я примѣнялъ предложенный Rubner<sup>3)</sup> методъ осажденія при помощи раствора уксуснокислаго желѣза, который обладалъ еще тѣмъ преимуществомъ, что рядомъ съ взвѣшенными веществами осаждаются изъ раствора также жиры, мыла и жирныя кислоты и въ особенности бѣлковыя вещества. З литра канальной воды наливались въ марлевое сито, которое задерживаетъ грубыя взвѣшенныя вещества; послѣ этого прибавлялось 60 к. с. раствора, состоящаго изъ равныхъ частей 20% раствора уксуснокислаго натрія и 8% раствора хлорнаго желѣза, хорошо взбалтывалось и жидкость

1) M. Rubner. Das städtische Siewasser u. seine Beziehung zur Flussverunreinigung. Arch. f. Hygiene 1902. H. I, pag. 9.

2) M. Rubner. Das städtische Siewasser u. seine Beziehung zur Flussverunreinigung. Arch. f. Hygiene 1902. H. I, pag. 9—15.

3) Op. cit. стр. 31.

помѣщались на 1 часъ въ текуче-паровой аппаратъ. Въ началѣ образуется основная соль уксуснокислаго желѣза, которая при дальнѣйшемъ нагреваніи разлагается, превращаясь въ хлопьевидный гидратъ окиси желѣза, и при осажденіи увлекаетъ съ собою всѣ взвѣшенныя въ жидкости частицы и образуетъ на днѣ рѣзко ограниченный осадокъ. Отстоявшаяся жидкость осторожно сливается и наливается на фильтръ, черезъ который она фильтруется быстро; послѣ этого также и осадокъ наносится на фильтръ и послѣ легкаго промыванія дистиллированной водой сушится при 97° С и взвѣшивается. Полученный такимъ образомъ осадокъ желѣза содержитъ теперь не только взвѣшенныя вещества, но также и растворенные въ канальной водѣ жиры, мыла и бѣлковыя вещества. Потому къ этому осадку прибавлялись вещества, оставшіяся на марлевомъ ситѣ и высушенныя при 97° С; все это хоршенько смѣшивалось и растиралось въ ступкѣ, еще разъ просушивалось и опредѣлялся вѣсъ, причемъ прибавленное для осажденія количество желѣза высчитывалось. Отвѣшенныя количества затѣмъ употреблялись для извлеченія жира, опредѣленія азота, углерода и т. д.

По Rubner<sup>1)</sup> только незначительныя количества азота мочи переходятъ въ осадокъ, полученный солями желѣза, — только 1,0—2,4%; изъ фекальныхъ массъ же выдѣляется при осажденіи желѣзомъ почти все количество азота, за исключеніемъ только нѣсколькихъ процентовъ. Содержаніе жира опредѣлялось по способу Сокслета, причемъ я пользовался экстракціоннымъ аппаратомъ Szombathi-Soxhlet'a — въ качествѣ холодильника примѣнялся двойной шаръ Сокслета. Жиръ извлекался изъ высушеннаго при 97° С и превращеннаго въ порошокъ вещества эфиромъ впродолженіе 2½ часовъ; вещество было предварительно смѣшано съ чистымъ пескомъ для болѣе успѣшнаго извлеченія; гильза, въ которую помѣщалась испытуемая масса, приготавливалась изъ обезжиренной фильтровальной бумаги и закрывалась обезжиренной ватой. Колбочка послѣ перегонки эфира хорошо обсушивалась, помѣщалась при 97° С въ сушильный шкафъ и взвѣшивалась — спустя часъ взвѣшваніе производилось еще разъ — при этомъ увеличившійся вѣсъ колбочки указы-

валъ количество жира. Извлеченіе эфиромъ производилось два раза: первый разъ опредѣлялись триглицериды и свободныя жирныя кислоты; потомъ та же самая масса обрабатывалась разведенной фосфорной кислотой, высушивалась при 97 °С до постоянного вѣса и извлекалась затѣмъ еще разъ эфиромъ — въ этомъ второмъ экстрактѣ опредѣлялись связанныя жирныя кислоты, находившіяся въ канальной водѣ въ формѣ мыль. Эфирная вытяжка содержитъ, конечно, еще и нѣкоторыя другія вещества, такъ въ нее могутъ переходить смолы, воскъ, въ особенности минеральное масло, холестеринъ и холаловая кислота, секретъ железъ и другія органическія соединения, однако эти послѣднія обыкновенно находятся въ очень незначительныхъ количествахъ и поэтому принявъ по эфирному остатку вычислить количество жира, причемъ не должно упустить изъ виду, что и хлорное желѣзо нѣсколько растворяется въ эфирѣ.

Часть канальной воды быстро фильтровалась тотчасъ же послѣ взятія пробъ черезъ шведскій фильтръ при помощи присасывающаго насоса и фильтратъ употреблялся для опредѣленія растворенныхъ въ канальной водѣ веществъ. Опредѣленія производились по указаннымъ выше на стр. 44 методамъ.

Анализу были подвергнуты 3 пробы нашей сточной воды. Всѣ три пробы взяты въ различныхъ мѣстахъ сѣти сточныхъ каналовъ, причемъ всегда въ концѣ канала, вблизи впаденія въ Эмбахъ. Проба I взята на правомъ берегу возлѣ парова, гдѣ впадаетъ сточный каналъ Новорыночной улицы. Двѣ другихъ пробы взяты на лѣвомъ берегу: вторая (II) изъ сточнаго канала Фортуной ул. и третья (III) изъ канала Длинной ул. Анализъ этихъ трехъ пробъ далъ слѣдующіе результаты.

Проба I представляла собою желтовато-сѣрую жидкость, въ которой ясно были замѣтны разнаго рода кухонныя отбросы: кусочки жира, остатки овощей, клюква и т. д. Черезъ нѣсколько часовъ осѣдалъ сѣровато-черный осадокъ; отстоявшаяся жидкость была прозрачна.  $H_2S$  и нитритовъ нельзя было доказать.

Проба II состояла изъ сѣровато- черной, содержащей много жира, жидкости, зловоннаго запаха, сильно напоминающаго запахъ керосина. При разведеніи съ 20 частями чистой воды

жидкость все еще оставалась мутной и непрозрачной, на поверхности находился грязный жировой слой. Присутствіе  $H_2S$  и нитритовъ нельзя было доказать.

Проба III представлялась желтовато-сѣрой, не имѣла жирнаго вида и, послѣ осажденія взвѣшенныхъ частицъ, имѣла почти совершенно прозрачный видъ. Взвѣшенныя вещества не представляли ничего характернаго.  $H_2S$  отсутствовалъ, нитриты же можно было доказать растворомъ іодистаго калия въ крахмальномъ клейстерѣ.

При количественномъ опредѣленіи найдено въ 1 литрѣ въ граммахъ:

	Проба I. II. III. въ среднемъ.			
Общее количество (послѣ вычета желѣза) . . . .	3,599	15,075	5,988	8,220
Остатокъ послѣ прокалив. . . . .	1,221	6,360	3,698	3,759
Потеря при прокаливаніи . . . . .	2,378	8,715	2,290	4,461
Азотъ . . . . .	0,075	0,202	0,089	0,122
Углеродъ . . . . .	1,044	1,880	0,564	1,162
Жиръ (эфирный экстрактъ I + II) . . . . .	0,905	4,027	0,2695	1,734

Въ фильтратѣ, полученномъ черезъ шведскій фильтръ.

	Проба I. II. III. въ среднемъ.			
Сухой остатокъ при 110 °С. . . . .	1,4025	1,234	0,985	1,207
Остатокъ послѣ прокалив. . . . .	1,069	0,794	0,825	0,896
Потеря при прокаливаніи . . . . .	0,3535	0,440	0,160	0,318
Азотъ . . . . .	0,0925	0,067	0,074	0,078
Амміакъ . . . . .	0,065	0,051	0,051	0,055
Albuminoid-Амміакъ . . . . .	0,012	0,0075	0,010	0,010
Хлоръ . . . . .	0,310	0,175	0,189	0,224
$SO_3$ . . . . .	0,151	0,092	0,026	0,089
$SiO_2$ . . . . .	0,029	0,026	0,014	0,023
$P_2O_5$ . . . . .	0,039	0,037	0,033	0,036
$Fe_2O_3 + Al_2O_3$ . . . . .	0,029	0,019	0,0143	0,021
$CaO$ . . . . .	0,231	0,206	0,116	0,184
$MgO$ . . . . .	0,115	0,0543	0,039	0,069
$N_2O_8$ . . . . .	—	—	слѣды	—

Если взять среднія данныя этихъ трехъ пробъ для сравненія сточной жидкости города Юрьева съ таковою же другихъ городовъ, то прежде всего бросаются въ глаза громадныя количества взвѣшенныхъ веществъ въ Юрьевской сточной водѣ. Количество взвѣшенныхъ веществъ въ пробѣ II равняется даже 15,075 въ среднемъ же = 8,220; такимъ образомъ Юрьевская канальная вода въ этомъ отношеніи превосходитъ концентрированную сточную воду приведенной въ таблицѣ на стр 111. „Arbeiterkolonie Kronenberg“ у Эссена въ 3—4 раза. Такъ какъ я однако пользовался предложеннымъ R u b e r'омъ методомъ осажденія желѣзными солями, при которомъ одновременно вмѣстѣ съ взвѣшенными веществами осаждается также и нѣкоторое количество растворенныхъ веществъ, то для прямого сравненія въ этомъ отношеніи эти цифры не особенно пригодны. Иначе дѣло обстоитъ съ растворенными веществами. По числамъ вышеприведенной таблицы юрьевская сточная вода приблизительно занимаетъ средину между канальной водой Галле и Брауншвейга — во всякомъ случаѣ подходитъ очень близко по своему химическому составу.

	Раствор. веществъ всего въ mg.	Потеря при прокалив. mg.	Азотъ mg.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg.	Cl. mg.	NH <sub>3</sub> mg.
Канальная вода Юрьева	1207	318	78	36	224	55
„ Галле	1633	329	77,1	27,6	209,1	67,8
„ Брауншвейга	857,5	390	92,5	42,2	213,1	—

Что сточная жидкость Юрьева вообще сильно концентрирована и очень богата взвѣшенными веществами, объясняется довольно легко. Во первыхъ городъ Юрьевъ еще до сихъ поръ не имѣетъ водопровода, вслѣдствіе чего трата воды довольно незначительна и вмѣстѣ съ тѣмъ и разжиженіе нечистотъ гораздо меньше, нежели въ городахъ съ водопроводами; во вторыхъ очистка отстойныхъ ящиковъ уличныхъ сточныхъ каналовъ недостаточна; послѣдніе часто пере-

полнены и освѣшія тамъ взвѣшенныя вещества каждымъ новымъ потокомъ грязной воды поднимаются и уносятся въ рѣку, гдѣ они производятъ замѣтное даже простому глазу загрязненіе.

### Опыты съ рыбами.

Часто утверждалось, что богатая взвѣшенными органическими веществами городскія сточныя воды могутъ служить наилучшимъ питательнымъ матеріаломъ для рыбъ и что поэтому спускъ городскихъ нечистотъ въ рѣку не можетъ оказывать вреднаго вліянія на рыбоводство. Хотя наблюденія Lavalette St George и G. Jäger'a<sup>1)</sup> и указываютъ на то, что свѣжіе неразложившіеся отбросы дѣйствительно представляютъ прекрасное питательное вещество для карповыхъ (Cyprinidae), однако во всякомъ случаѣ было бы очень рискованно выводить изъ этого заключеніе, что грязная вода для рыбъ безвредна. Перешедшія въ гніеніе вещества — а, главнымъ образомъ, такія находятся въ сточныхъ жидкостяхъ — едва ли могутъ заслуживать названія питательныхъ веществъ; скорѣе слѣдуетъ смотрѣть на нихъ какъ на вещества ядовитыя. Органическія вещества даютъ при гніеніи: сѣроводородъ, триметилминъ, амидодекаваты, свободныя кислоты, крезолъ, фенолъ и другіе продукты, которые все дѣлаютъ невозможнымъ пребываніе рыбъ въ столь загрязненной водѣ, неговоря совершенно о въ высшей степени ядовитыхъ птоминахъ, могущихъ образоваться при гніеніи бѣлковыхъ тѣлъ. Что образованію мора рыбъ значительно способствуетъ загрязненіе воды — это фактъ. Вліяніе сточныхъ водъ на рыбы еще мало изслѣдовано. Единственными являются изслѣдованія Weigelt'a въ 1881 году, продолженія этихъ опытовъ, обѣщанное этимъ авторомъ, насколько мнѣ извѣстно, до сихъ поръ еще не послѣдовало. Поэтому я поставилъ себѣ задачей произвести болѣе точныя опыты съ городской сточной водою. Въ качествѣ опытныхъ рыбъ я пользовался тѣми, которыхъ мнѣ было легче достать, большей частью это были: плотвы, щуки и ерши. Сточная

1) J. König. Verunreinigung der Gewässer. Bd. 2, pag. 31 и 32.

жидкость для опытовъ бралась мною непосредственно изъ сточнаго уличнаго канала, какъ разъ предъ вступленіемъ ея въ послѣдній отстойный ящикъ сточнаго канала, находящійся на очень близкомъ разстояніи отъ мѣста впаденія этого послѣдняго въ рѣку; такимъ образомъ я получалъ сточную жидкость такого состава, какой она въ дѣйствительности попадаетъ въ рѣку. Въѣдъ во всякомъ случаѣ нельзя исключить, что домовыя воды, проходя черезъ сточные каналы къ рѣкѣ, подвергаются уже на своемъ пути нѣкоторымъ измѣненіямъ — будь это вслѣдствіе измѣненія отдѣльныхъ составныхъ частей, или разжиженія, или процессовъ окисленія. Для этой цѣли я произвелъ также нѣкоторые опыты съ свѣжей домовой водой, взятой изъ сточной трубы на дворѣ одного дома, чтобы установить, не окажется ли послѣдняя болѣе ядовитой, чѣмъ жидкость, взятая изъ сточныхъ каналовъ. Тѣмъ, что для своихъ опытовъ я бралъ воду прямо изъ сточныхъ каналовъ улицъ, я надѣялся болѣе приблизиться къ естественнымъ условіямъ, нежели Weigelт, который собиралъ воды своего собственнаго хозяйства, подвергалъ ихъ гніенію и затѣмъ разводилъ соотвѣтственнымъ образомъ. Очень возможно, что я именно поэтому въ своихъ опытахъ и пришелъ къ гораздо болѣе благоприятнымъ результатамъ, чѣмъ Weigelт. Разведеніе сточной жидкости я примѣнялъ такое же какъ и Weigelт въ своихъ опытахъ, т. е. 1 : 5, 1 : 10, 1 : 20 и 1 : 40. Вслѣдствіе того, что опыты требовали продолжительное время, всѣ они производились въ акваріяхъ; въ началѣ каждаго опыта въ акваріи находилось 30 литровъ жидкости, начиная съ 3-го дня ежедневно прибавлялось 10 литровъ новой жидкости, разведенной въ соотвѣтствующей концентраціи. Въ опытной жидкости, въ разведеніи 1 : 5 и 1 : 10, рыбы содержались въпродолженіе 5 дней; если рыбы въпродолженіе этого времени не погибали, то онѣ пускались въ свѣжую воду и наблюдались дальше. При разведеніи 1 : 20 и 1 : 40 рыбы содержались въпродолженіе 14 сутокъ, послѣ чего онѣ опять помѣщались въ свѣжую воду для дальнѣйшаго наблюденія; при этомъ ни разу не случалось, что рыбы потомъ въ чистой водѣ погибали, напротивъ, даже если онѣ во время опыта и ослабѣли, онѣ хорошо всегда поправлялись. Само собою разумѣется, что отдѣльныя пробы изъ сточныхъ

### XXVII опыт.

Разведение 1 : 5.

Число и месяц.	Время.		10 водам в граду- сахъ Лельсия.	Кочия, кислорода на 1 литръ воды въ куб. сант.	Язв., 15 см. длины, 50 грм. вѣс.	Плотва, 12 см. дл., 20 грм. вѣс.	Ерш., 14 см. дл., 29 грм. вѣс.		
	ч.	м.							
16 IX	3 —	9,5	7,24	14	8 V	12 30	7,30		
	7 —	2,40	5 —	13				8 вѣч.	4,62
	9 вѣч.	1,19	8 вѣч.	12				8 вѣч.	4,15
17	9 ут.	1,96	8 ут.	12,5	9	2 —	4,15		
	3 —	2,50	2 —	15				8 вѣч.	15
	9 вѣч.	3,08	8 вѣч.	15				8 вѣч.	15
18	9 ут.	3,20	8 ут.	14,5	10	2 —	3,87		
	3 —	3,61	2 —	15				8 вѣч.	14,5
	9 вѣч.	3,98	8 вѣч.	14,5				8 вѣч.	14,5
19	8 ут.	3,18	8 ут.	14,5	11	2 —	3,33		
	3 —	3,85	2 —	15				8 вѣч.	15
	9 вѣч.	3,58	8 вѣч.	15				8 вѣч.	15
20	9 ут.	2,92	8 ут.	15,5	12	2 —	2,40		
	3 —	3,85	2 —	16				8 вѣч.	16
	9 вѣч.	3,34	8 вѣч.	16				8 вѣч.	16
21	9 ут.	2,79	8 ут.	16,5	13	2 —	1,72		
	3 —	3,00	2 —	17				8 вѣч.	17
	9 вѣч.	3,05	8 вѣч.	17				8 вѣч.	17
22	8 ут.	15,5	8 ут.	15,5	14	2 —	2,0		
	3 —	16,5	2 —	16,5				8 вѣч.	16,5
	8 вѣч.	16	8 вѣч.	16				8 вѣч.	16

Смерть наступила у ерша черезъ 1 день

Уплывъ рыбы, которая была жива, хотя находилась погруженной, была еще жива, жадно хватая воздухъ.

### XXIX опыт.

Разведение 1 : 20.

Число и мѣсяцъ.	Время.		10 водам в граду- сахъ Лельсия.	Кочия, кислорода на 1 литръ воды въ куб. сант.	Язв., 12 см. длины, 25 грм. вѣс.	Плотва, 19 см. дл., 50 грм. вѣс.			
	ч.	м.							
16 IX	5 —	7,18	10	10	16 IX	5			
	9 вѣч.	5,80	11	11			9 вѣч.	5,80	
	9 ут.	4,19	11	11			9 ут.	4,19	
17	2 —	3,48	12	12	17	2 —	2,74		
	9 вѣч.	2,74	12	12				9 вѣч.	2,74
	9 ут.	2,56	12	12				9 ут.	2,56
18	2 —	1,93	12	12,5	18	2 —	1,99		
	9 вѣч.	1,99	12	12				9 вѣч.	1,99
	9 ут.	2,05	10	10				9 ут.	2,05
19	2 —	2,35	10,5	10,5	19	2 —	2,45		
	9 вѣч.	2,45	9	9				9 вѣч.	2,45
	9 ут.	2,58	9	9				9 ут.	2,58
20	2 —	3,22	10	10	20	2 —	3,22		
	9 вѣч.	3,22	11	11				9 вѣч.	3,22
	9 ут.	2,45	10	10				9 ут.	2,45
21	2 —	2,74	10,5	10,5	21	2 —	2,74		
	9 вѣч.	2,74	8,5	8,5				9 вѣч.	2,74
	9 ут.	2,70	8	8				9 ут.	2,70
22	2 —	2,70	8	8	22	2 —	2,70		
	9 вѣч.	2,70	8	8				9 вѣч.	2,70
	9 ут.	2,70	8	8				9 ут.	2,70

### XXX опыт.

Разведение 1 : 40.

Число и мѣсяцъ.	Время.		10 водам в граду- сахъ Лельсия.	Кочия, кислорода на 1 литръ воды въ куб. сант.	Плотва, 13 см. дл., 22 грм. вѣс.	Ерш., 13 см. дл., 26 грм. вѣс.	Шука, 16 см. дл., 28 грм. вѣс.	Налимъ, 15 см. дл., 26 грм. вѣс.		
	ч.	м.								
16 IX	5 —	7,18	10	10	16 IX	5	7,18	5,80		
	9 вѣч.	5,80	11	11					9 вѣч.	5,80
	9 ут.	4,19	11	11					9 ут.	4,19
17	2 —	3,48	12	12	17	2 —	2,74	2,56		
	9 вѣч.	2,74	12	12					9 вѣч.	2,74
	9 ут.	2,56	12	12					9 ут.	2,56
18	2 —	1,93	12	12,5	18	2 —	1,93	1,99		
	9 вѣч.	1,99	12	12					9 вѣч.	1,99
	9 ут.	2,05	10	10					9 ут.	2,05
19	2 —	2,35	10,5	10,5	19	2 —	2,45	2,58		
	9 вѣч.	2,45	9	9					9 вѣч.	2,45
	9 ут.	2,58	9	9					9 ут.	2,58
20	2 —	3,22	10	10	20	2 —	3,22	2,45		
	9 вѣч.	3,22	11	11					9 вѣч.	3,22
	9 ут.	2,45	10	10					9 ут.	2,45
21	2 —	2,74	10,5	10,5	21	2 —	2,74	2,70		
	9 вѣч.	2,74	8,5	8,5					9 вѣч.	2,74
	9 ут.	2,70	8	8					9 ут.	2,70
22	2 —	2,70	8	8	22	2 —	2,70	2,70		
	9 вѣч.	2,70	8	8					9 вѣч.	2,70
	9 ут.	2,70	8	8					9 ут.	2,70

### XXVIII опыт.

Разведение 1 : 10.

Число и мѣсяцъ.	Время.		10 водам в граду- сахъ Лельсия.	Кочия, кислорода на 1 литръ воды въ куб. сант.	Лещь, 15 см дл., 35 грм. вѣс.	Плотва, 13,5 см. дл., 31 грм. вѣс.		
	ч.	м.						
8 V	10 45	14	7,1	14	8 V	14		
	3 —	13	3,0	13			8 вѣч.	12
	8 вѣч.	12	1,5	12			8 вѣч.	12
9 V	8 ут.	12,5	0,8	16,5	9 V	8 ут.		
	3 —	15	1,0	17			8 вѣч.	15
	8 вѣч.	15	1,6	17			8 вѣч.	15
10 V	8 ут.	15	1,6	17	10 V	8 ут.		
	3 —	15	2,4	17,5			8 вѣч.	15
	8 вѣч.	14,5	2,4	17,5			8 вѣч.	14,5
11 V	8 ут.	14,5	3,0	17	11 V	8 ут.		
	3 —	15	3,0	17			8 вѣч.	14,5
	5 10	15	3,0	17			8 вѣч.	15

За первые три дня обѣ рыбы были рѣзаны, хотя находились безпрерывно на поверхности воды, безлюбой хватая воздухъ.

Потеря равновѣсія наступила у леща черезъ 3 дня и 4 1/4 часа, — у плотвы черезъ 5 дни и 6 1/4 часъ.

Обѣ рыбы плавали брюхою вверхъ на поверхности воды, но переключенныя въ связку

Всѣ рыбы по окончаніи опыта здоровы и рѣзаны.

Всѣ рыбы по окончаніи опыта рѣзаны и здоровы.

## XXXI опыт.

Разведение 1 : 5.

Число и мвсиять.	Время.	<sup>10</sup> воды въ граду- сахъ Лейбста.	Количество кисло- рода на литръ воды въ куб. сант.	Млзъ, 23 сант. линн.	Ершъ, 14 см. линн.	Плотва, 20 сант. линн, 75 гpm. вѣс.
------------------	--------	---	--	----------------------	--------------------	--

13 IX	4 — 6 7 30 9 вец.	13 13	7,0 3,3	†	†	†
-------	-------------------------	----------	------------	---	---	---

Смерть наступила у ерша чер. 2 час.

"язъ" "язъ" "язъ" "язъ"  
Плотва послѣ 5 часовъ пребывания въ разведе-  
нной сточной жидкости ложилась на спину и  
плавала, "брохомъ вверхъ" на поверхности воды;  
она была сейчасъ же перенесена въ свежую воду,  
гдѣ и оправилась опять.

## XXXIII опыт.

Разведение 1 : 20.

Число и мвсиять.	Время.	<sup>10</sup> воды въ граду- сахъ Лейбста.	Количество кисло- рода на литръ воды въ куб. сант.	Назимъ, 14 сант. линн, 28 гpm. вѣс.	Ершъ, 12 см. линн.	Шлука, 1,5 см. ли.
------------------	--------	---	--	--	--------------------	--------------------

1 X	9 ут. 2 — 9 вец.	4,5	7,20	25 IX	9 ут. 2 — 8 — 11 вец.	5 7 6,12 5,38 5,30
2 "	9 ут. 2 — 9 вец.	5,5	4,38	26 "	9 ут. 2 — 9 вец.	4,5 5 4,87
3 "	9 ут. 2 — 9 вец.	6	3,43	27 "	9 ут. 2 — 9 вец.	5,5 6,35 4,60
4 "	9 ут. 2 — 9 вец.	6,5	3,05	28 "	9 ут. 2 — 9 "	4 4 4,35
5 "	9 ут. 2 — 9 вец.	5,5	2,53	29 "	9 ут. 2 — 9 вец.	4,5 5,5 4,10
6 "	9 ут. 2 — 9 вец.	4,5	3,55	30 "	9 ут. 2 — 9 вец.	4,5 5 3,99
7 "	9 ут. 2 — 9 вец.	3,5	3,66	1 X	9 ут. 2 — 9 вец.	4,5 5,5 3,87

## XXXIV опыт.

Разведение 1 : 40.

Число и мвсиять.	Время.	<sup>10</sup> воды въ граду- сахъ Лейбста.	Количество кисло- рода на литръ воды въ куб. сант.	Плотва, 10 см. линн.	Ершъ, 25 гpm. вѣс.	Ершъ, 11 см. линн.
------------------	--------	---	--	----------------------	--------------------	--------------------

9 "	9 ут. 2 — 9 вец.	4	3,22	25 IX	9 ут. 2 — 8 — 11 вец.	5 7 6,12 5,38 5,30
5 "	9 ут. 2 — 9 вец.	4,5	2,53	26 "	9 ут. 2 — 9 вец.	4,5 5 4,87
6 "	9 ут. 2 — 9 вец.	5	3,55	27 "	9 ут. 2 — 9 вец.	5,5 6,35 4,60
7 "	9 ут. 2 — 9 вец.	3,5	3,66	28 "	9 ут. 2 — 9 "	4 4 4,35
8 "	9 ут. 2 — 9 вец.	10,5	2,67	29 "	9 ут. 2 — 9 вец.	4,5 5,5 4,10
9 "	9 ут. 2 — 9 вец.	10	2,47	30 "	9 ут. 2 — 9 вец.	4,5 5 3,99
				1 X	9 ут. 2 — 9 вец.	4,5 5,5 3,87

## XXXII опыт.

Разведение 1 : 10.

Число и мвсиять.	Время.	<sup>10</sup> воды.	Количество кисло- рода на литръ воды въ куб. сант.	Плотва, 12 см. линн.	Ершъ, 13 см. линн.	Ершъ, 11,5 см. линн.
------------------	--------	---------------------	--	----------------------	--------------------	----------------------

13 IX	9 вец. 13	7,16	†	9 вец. 4	9 вец. 4	9 вец. 4
14 "	9 ут. 10	1,06	*	9 ут. 7	9 ут. 7	9 ут. 7
2 — 12	9 вец. 12	0,92	0,80	9 вец. 8	9 вец. 8	9 вец. 8
15 "	9 ут. 10	стѣлы	†	9 ут. 8	9 ут. 8	9 ут. 8
2 — 12	9 вец. 12	11,5	†	9 вец. 9	9 вец. 9	9 вец. 9
16 "	9 ут. 10	стѣлы	†	9 ут. 9,5	9 ут. 9,5	9 ут. 9,5
2 — 12	9 вец. 12	0,90	†	9 ут. 10	9 ут. 10	9 ут. 10
17 "	9 ут. 10	12,5	0,90	9 вец. 10	9 вец. 10	9 вец. 10
2 — 12	9 вец. 12	1,01	†	9 ут. 10,5	9 ут. 10,5	9 ут. 10,5
18 "	9 ут. 11	1,21	†	9 вец. 10	9 вец. 10	9 вец. 10
2 — 12	9 вец. 12	†	†	9 ут. 10	9 ут. 10	9 ут. 10
9 вец. 12				9 вец. 10	9 вец. 10	9 вец. 10

Маленький ершъ уже черезъ 14 час. принять боковое положеніе въ водѣ, перевернувшись въ свежую воду онъ оправился; второй ершъ за-  
снулъ на следующую ночь. Плотва, однако  
даже послѣ пятидневнаго пребывания въ разведе-  
нной сточной жидкости оказалась совершенно  
здоровою.

Всѣ рыбы послѣ 2-хъ недѣльнаго пребывания  
въ разведенной сточной жидкости были рѣзвы и  
здоровы.

Всѣ рыбы по окончаніи опыта рѣзвы и  
здоровы.



каналовъ, взятыя въ различное время дня, въ различное время года, будутъ имѣть и различный составъ. Чтобы получить сточную жидкость по крайней мѣрѣ приблизительно одинаковаго состава, я черпалъ всѣ пробы въ одинъ и тотъ же часъ и всегда до обѣда, въ какое время черезъ сточные каналы протекаетъ наибольшее количество отбросовъ. Пробы брались постоянно только въ ясные дни, какъ какъ вслѣдствіе болѣе или менѣе значительнаго дождя происходитъ разжиженіе канальной жидкости и послѣдняя такимъ образомъ пріобрѣтаетъ совершенно другой составъ. Такъ какъ составъ сточной жидкости въ различныхъ каналахъ значительно разнится, то, какъ показываютъ вышеприведенные три анализа, я бралъ пробы также и отъ трехъ другихъ уличныхъ каналовъ и производилъ и съ ними опыты — однако не могъ прійти къ какимъ нибудь другимъ результатамъ. Всѣ пробы изъ сточныхъ каналовъ взяты во II и III участкахъ города въ мѣстахъ, лежащихъ ниже каменнаго моста, потому что какъ разъ въ этихъ мѣстахъ вода Эмбаха наиболѣе загрязнена, что указываетъ на значительное поступленіе нечистотъ въ рѣку изъ сточныхъ каналовъ.

Прежде чѣмъ представить результаты своихъ опытовъ, я здѣсь приведу результаты экспериментовъ Weigelt'a. Weigelt подвергалъ 2 рыбе въ воздѣйствію домовой сточной жидкости въ разведеніи 1 : 5; обѣ рыбы по прошествіи 18 часовъ были вынуты и положены въ свѣжую воду; черезъ нѣсколько дней рыбы погибли. При разведеніи этой сточной жидкости 1 : 10 рыбы, послѣ того какъ были перенесены въ свѣжую воду, всетаки черезъ нѣсколько дней погибали. При разведеніи 1 : 20 и 1 : 40 рыбы оставались впродолженіе 5 сутокъ повидимому бодрыми, однако, помѣщенные послѣ этого въ чистую воду, не могли вполнѣ поправиться.

Я при своихъ опытахъ ни разу не видѣлъ, чтобы рыбы, опытъ съ которыми продолжался иногда даже до 14 сутокъ, послѣ перенесенія ихъ въ чистую воду погибали. Даже рыбы, подвергавшіяся болѣе концентрированнымъ растворамъ 1 : 5 и 1 : 10, перенесенныя въ свѣжую воду, поправлялись быстро — даже въ тѣхъ случаяхъ, когда рыбы были настолько изнурены, что въ опытной жидкости плавали на спинѣ. Въ

свѣжей водѣ, по прошествіи нѣсколькихъ часовъ, онѣ плавали такъ же бодро, какъ и другія рыбы. Возможно, что тѣ рыбы, которыя употреблялись мною при моихъ опытахъ, болѣе противостоятъ воздѣйствию, нежели тѣ, съ которыми имѣлъ дѣло Weigelt, и этимъ, пожалуй, можно объяснить разницу воздѣйствія на рыбъ однихъ и тѣхъ же концентрацій сточной жидкости, но возможно, и то, что жидкость, взятая изъ сточныхъ каналовъ, на самомъ дѣлѣ обладаетъ менѣе ядовитыми свойствами, чѣмъ домовыя сточныя воды, которыя Weigelt приготавливалъ искусственно. Опыты XLIV—XLVII повидимому подтверждаютъ послѣднее предположеніе; по этимъ опытамъ оказалось, что жидкость, взятая въ водосточномъ каналѣ одного двора, гораздо вреднѣе, чѣмъ таковая же, почерпнутая изъ сточнаго канала вблизи падения его въ Эмбахъ. Сточная жидкость во всякомъ случаѣ имѣетъ въ концѣ сточнаго канала другой составъ, чѣмъ свѣжія домовыя воды въ сборномъ резервуарѣ двора. Въ опытѣ XLVI щука и ершъ погибли еще при 20 кратномъ разведеніи домовой сточной жидкости, при чемъ я въ первый разъ могъ констатировать сильное заболѣваніе обѣихъ опытныхъ рыбъ: бѣлыя овальные пятна, покрытыя тонкимъ похожимъ на плѣсень покровомъ, постепенно покрывали все тѣло. Разведеніе же въ 40 разъ оказалось уже безвреднымъ для моихъ рыбъ. Отношеніе рыбъ къ сточной жидкости, взятой въ разныхъ мѣстахъ, было не одинаково. Въ то время какъ сточная вода изъ Поперечной и Длинной улицъ, даже при пятикратномъ разведеніи, не приносило вреда рыбамъ, жидкость остальныхъ пробъ болѣею частью еще при разведеніи 1 : 10 вляла вредно; разведеніе же въ 20 и 40 разъ болѣею частью рыбъ переносило безъ вреда, за исключеніемъ весьма чувствительныхъ лещей, которые погибали и при этихъ разведеніяхъ. Сточная жидкость Ново-Рыночной ул. (опыты XXVII — XXX) въ разведеніи 1 : 5 и 1 : 10 оказалась въ высшей степени губительной для рыбъ; разведеніе же въ 1 : 20 и 1 : 40 переносилось хорошо даже въ продолженіе 2-хъ недѣль. Опыты XXXI—XXXIV съ жидкостью Фортунной улицы дали тѣ-же результаты. Нѣсколько иные результаты получились при опытахъ XXXV—XXXVIII со сточной водою Длинной

улицы, которая, за исключеніемъ лещей, для другихъ рыбъ казалась совершенно безвредной.

Чтобы убѣдиться не обладаютъ ли сточныя воды какой нибудь другой улицы болѣе вреднымъ дѣйствіемъ, я произвелъ еще опыты съ сточной жидкостью каналовъ Поперечной, Лодейной и Складочной улицъ. Сточная жидкость Поперечной ул. оказалась безвредной даже при 5-кратномъ разведеніи; при такомъ же разведеніи пробъ остальныхъ двухъ улицъ рыбы быстро умирали, разведеніе же въ 10 разъ не давало уже никакихъ вредныхъ послѣдствій.

Изъ всѣхъ этихъ опытовъ слѣдуетъ, что разведенная въ 20 разъ сточная жидкость уже болѣе не оказывала вредное дѣйствіе на опытныхъ рыбъ, за исключеніемъ лещей. Weigelt, по окончаніи своихъ опытовъ, приходитъ къ выводу, что производить продолжительные опыты въ лабораторіи весьма трудно и что для этой цѣли необходимы естественныя воды, отвѣчающія требованіямъ и условіямъ жизни рыбъ. Этого взгляда и послѣ него часто придерживались, однако я на основаніи своихъ наблюденій не совсѣмъ могу съ нимъ согласиться. Что опыты въ акваріяхъ не вполне соответствуютъ естественнымъ условіямъ, съ этимъ нужно согласиться, однако они представляютъ единственную возможность изслѣдовать экспериментально вліяніе сточныхъ водъ на рыбъ. Что продолжительные опыты въ акваріяхъ произвести возможно — доказано моими опытами. Въ большинствѣ случаевъ рыбы оставались въ акваріи, гдѣ производились опыты, 2 недѣли, переносились затѣмъ для дальнѣйшаго наблюденія въ акваріи съ чистой свѣжей водою, также на 14 дней — однако ни опытыя ни контрольныя рыбы ни разу въ продолженіе столь продолжительнаго времени опытовъ не погибли. Небольшую щуку я держалъ въ акваріи съ сточной жидкостью въ 1 : 20 въ продолженіе цѣлаго мѣсяца, однако никакихъ вредныхъ послѣдствій для этой рыбы я констатировать не могъ, а вѣдь это довольно ясно говорить о возможности производить и очень продолжительные опыты.

## II.

### Глава I.

#### О загрязненіи рѣкъ и самоочистительной способности ихъ.

Весьма важенъ вопросъ, въ какой степени загрязняется вода рѣки Эмбаха сточными водами фабрично-заводской промышленности и сточными водами самаго города. Теченіе въ Эмбахѣ медленное и спокойное, только весною во время половодія оно достигаетъ скорости въ 0,7 м. въ секунду, да и это только въ мѣстѣ переправы за каменнымъ мостомъ, гдѣ и вообще наблюдается самое быстрое теченіе — въ общемъ же скорость теченія можно считать меньше 0,5 м. въ секунду. Имѣя въ виду многочисленныя извилины и малый наклонъ рѣки, уже на первый взглядъ кажется вѣроятнымъ, что большая часть взвѣшенныхъ въ сточныхъ водахъ веществъ осаждается тотчасъ же возлѣ впаденія сточныхъ каналовъ и подвергается процессамъ гніенія. При взятіи пробъ для изслѣдованія рѣчной воды я часто во многихъ мѣстахъ Эмбаха видѣлъ громадныя количества сѣровато-чернаго зловоннаго ила, покрывающаго вышиною въ метръ дно рѣки, такъ, напримѣръ: въ мѣстѣ впаденія сточной трубы Липовой и Длинной улицъ, въ которую вливается и сточная вода дрожжевой фабрики, въ мѣстѣ впаденія канавы, отводящей воду изъ пивовареннаго завода Тиволи, и въ нѣкоторыхъ другихъ мѣстахъ рѣки. Степень загрязненія рѣки настолько же зависитъ отъ свойства, качества и количества приводи-

мыхъ нечистотъ, насколько и отъ способности самоочищенія рѣки. Самоочищеніемъ называется способность рѣки освобождаться отъ воспринимаемыхъ въ своемъ теченіи загрязняющихъ веществъ; это свойство присуще всѣмъ рѣкамъ; однако оно ограничено и находится въ тѣсной связи съ свойствомъ рѣчного дна, наклономъ, составомъ воды и т. д. Важнѣйшими факторами самоочищенія являются: свѣтъ, температура, кислородъ, осажденіе, разжиженіе и биологическіе процессы.

Болѣе подробныя изслѣдованія самоочистительной способности рѣкъ были произведены прежде всего въ Англии. Въ то время какъ вторая Rivers Pollution Commission<sup>1)</sup> важнѣйшими факторами самоочищенія рѣкъ считала разжиженіе и осажденіе и указывала на недостаточную длину англійскихъ рѣкъ для подобнаго процесса, Lethaby<sup>2)</sup> и его ассистентъ Tidy<sup>3)</sup> утверждали, что, хотя самоочищеніе рѣкъ зависитъ и отъ осажденія, однако, главную роль играютъ биологическіе процессы и окисленіе органическихъ веществъ раствореннымъ въ водѣ кислородомъ. Въ Германіи уже Alex. Müller<sup>4)</sup> держался того мнѣнія, что микроорганизмы воды производятъ самоочищеніе. Къ нему примкнулъ позже и Emich<sup>5)</sup>, который также доказалъ, что въ стерилизованной водѣ этотъ процессъ не происходитъ. — Frank<sup>6)</sup>, Heider<sup>7)</sup>, Prausnitz<sup>8)</sup>, Classen<sup>9)</sup> отрицаютъ дѣятельность микроорганизмовъ въ самоочищеніи и всецѣло приписываютъ его осажденію.

Th. Weyl<sup>10)</sup> считаетъ также осажденіе достаточнымъ для объясненія процесса самоочищенія.

- 1) Th. Weyl. Handbuch der Hygiene. Bd. II, pag. 439.
- 2) Ibid.
- 3) Ibid.
- 4) J. König. Verunreinigung der Gewässer. Bd. I, pag. 247.
- 5) Ibid. pag. 248.
- 6) Ibid. pag. 250.
- 7) Th. Weyl. Handbuch der Hygiene. Bd. II, pag. 460.
- 8) J. König. „Verunreinigung der Gewässer.“ Bd. I, pag. 250.
- 9) Ibid. pag. 258.
- 10) Th. Weyl. Handbuch der Hygiene. Bd. II, pag. 464.

J. König<sup>1)</sup> же не видитъ въ осажденіи самоочищенія, а находитъ самымъ важнымъ биологическіе процессы, принимае во вниманіе конечно ещё и устройство береговъ, свойства и теченіе рѣки.

v. Pettenkofer<sup>2)</sup>, Pfeiffer и Eisenlohr<sup>3)</sup>, Воконгу<sup>4)</sup> и Löw<sup>5)</sup> приписываютъ самоочищеніе рѣкъ больше частью вегетаціи водорослей; по ихъ изслѣдованіямъ водоросли хорошо развиваются въ водѣ, содержащей 1‰ органическихъ питательныхъ веществъ, какъ то — глицеринъ, пептонъ, гликоколль, бетаинъ, креатинъ или уретанъ, аспарагиновую кислоту. Spirogyra, Vaucheria, Hydrurus обладаютъ способностью образовывать изъ упомянутыхъ веществъ крахмаль, способны превращать даже метиловый алкоголь и уксусную кислоту въ крахмаль; слѣдовательно, они обладаютъ способностью удалять изъ воды органическіе отбросы.

Spitta<sup>6)</sup> на основаніи своихъ изслѣдованій приходитъ къ другимъ выводамъ — онъ признаетъ дѣятельность водорослей, однако считаетъ ее слишкомъ незначительной. По его мнѣнію кислородъ воздуха и бактеріи могутъ въ нѣсколько дней сдѣлать то, что водоросли впродолженіе недѣль.

Uffelmann<sup>7)</sup> считаетъ главнымъ разжиженіе, осажденіе и содѣйствіе бактерій, производящихъ окисленіе органическихъ веществъ; по его мнѣнію водоросли имѣютъ тоже побочное значеніе.

Schenk<sup>8)</sup> присоединяется къ мнѣнію Uffelmann'a; онъ нашелъ въ Рейнѣ очень бѣдную вегетацію водорослей, несмотря на то, что самоочистительная способность этой рѣки очень велика.

1) J. König. „Verunreinigung der Gewässer. Bd. II, pag. 166.

2) Pettenkofer. Arch. f. Hygiene. Bd. 12, pag. 270.

3) Ibid. Bd. 14, pag. 190.

4) Ibid. pag. 202.

5) Ibid. Bd. 12, pag. 261.

6) Ibid. Bd. 38, pag. 215.

7) Uffelmann. Handb. d. Hyg. pag. 79.

8) J. König. „Verunreinigung der Gewässer“. Bd. I, pag. 254.

Такимъ образомъ мы видимъ, что мнѣнія изслѣдователей относительно того, какому изъ этихъ процессовъ придать важнѣйшее значеніе въ самоочищеніи рѣкъ, въ настоящее время еще сильно расходятся.

Во всякомъ случаѣ можно предполагать, что всѣ эти процессы содѣйствуютъ очищенію рѣчной воды отъ загрязняющихъ ее нечистотъ. Иногда самоочищеніе рѣкъ происходитъ весьма быстро — часто, несмотря на спускъ всѣхъ сточныхъ водъ какого нибудь города въ рѣку, не удается даже на мѣстѣ доказать химически загрязненіе рѣчной воды; иногда полное самоочищеніе наблюдается уже тотчасъ же за чертой города, иногда же только на разстояніи 30—40 километровъ; однако бываютъ и случаи, что разстояніе въ 100 километровъ недостаточно для достиженія водою первоначальной ея чистоты. Такъ, напр., вода рѣки Сены только на разстояніи 100 километровъ отъ Парижа достигаетъ прежней своей чистоты, бывшей до поступленія въ нее сточныхъ водъ Парижа. Полное самоочищеніе рѣки Одера, по Hulva<sup>1)</sup>, наступаетъ 32 километра ниже Бреслава. Вода Дуная, по изслѣдованіямъ Heidera<sup>2)</sup>, показываетъ свой первоначальный составъ за 40 километровъ за Вѣной. Prausnitz<sup>3)</sup> констатируетъ, что Изаръ очищается на разстояніи 30 кил. отъ Мюнхена.

Тибръ, по изслѣдованіямъ Celli и Scala<sup>4)</sup> очищается черезъ 40 кил.

Dräg<sup>5)</sup> приписываетъ самоочищеніе Прегеля ниже Кенигсберга разведенію водою залива; до устья рѣки самоочищеніе происходитъ только въ незначительной степени.

Holz<sup>6)</sup> предпринималъ изслѣдованія воды Мозеля и р. Seille у Меца. Въ эти рѣки поступаютъ сточныя воды жи-

1) Th. Weyl. Handb. d. Hyg. Bd. II, pag. 438.

2) Ibid. pag. 444.

3) Ibid. pag. 441.

4) Ibid. pag. 449.

5) Zeitschr. f. Hyg. Bd. 20, pag. 350.

6) XIV Jahresber. üb. Fortschritte u. Leistungen auf d. Gebiet d. Hygiene. 1896, pag. 133.

льхъ помѣщеніи и фабрикъ, а также и человѣческія изверженія, однако же недалеко за городомъ вода становится совершенно чистой.

Mutschler<sup>1)</sup> изслѣдовалъ воду р. Аар у Берна. Однако, несмотря на значительныя количества поступающихъ въ воду хлора и органическихъ веществъ, содержание нитратовъ и нитритовъ онъ нашелъ неизмѣненнымъ; увеличеніе количества амміака тоже оказалось незначительнымъ. Хотя сточныя воды города спускаются въ рѣку, но тѣмъ не менѣе не замѣчается ни повышенія количества употребляемаго хамелеона, ни увеличенія содержания хлора. Можно констатировать даже увеличеніе количества кислорода, что авторъ ставитъ въ связь съ обиліемъ водорослей.

Ohlmüller<sup>2)</sup> же находить вліяніе сточныхъ водъ на р. Nebel у Güstrow'a значительнымъ.

Fleck<sup>3)</sup> нашель, что загрязненіе воды Эльбы насилу можно химически доказать, однако важнымъ моментомъ здѣсь является воспріятіе Эльбой близъ Дрездена большихъ количествъ почвенной воды.

При изслѣдованіи р. Bialka ниже и выше обоихъ городовъ, Bielitz'a и Bialk'i Gasch<sup>4)</sup> нашель слѣдующія цифры.

Bialka : Въ 1 L.	Взвѣшенныхъ веществъ	Растворенныхъ веществъ	Органическихъ веществъ	Извести	Магнезіи	Окиси мѣди	Сѣрной кислоты	Хлора	Кремневой кислоты	Амміака	Азотной кислоты
1. Выше до спуска сточныхъ водъ фабрикъ	мгр. 0	мгр. 75,8	мгр. 8,7	мгр. 15,3	мгр. 3,7	мгр. 0	мгр. 7,3	мгр. 20,1	мгр. 4,1	мгр. 0	мгр. 0(?)
2. Ниже городъ Bielitz'a и Bialk'i . . .	1143,5	264,3	139,5	61,9	15,2	стѣкла	42,7	28,6	17,3	3,1	1,2

1) XVI Jahresb. üb. Fortschritte u. Leist. auf d. Gebiet d. Hyg. 1896, pag. 132.

2) J. König. „Die Verunreinigung der Gewässer“. Bd. II, pag. 28.

3) Ibid.

4) J. König. „Die Verunreinigung der Gewässer“. Bd. I, pag. 219.

Пройдя одну нѣмецкую милю отъ обоихъ городовъ, вода оказывается значительно очистившейся осажденіемъ, однако же при болѣе высокомъ стояніи воды, появляющемся во время сильнаго дождя, массы ила опять взрываются и уносятся далеко въ р. Вислу, чѣмъ приносится значительный вредъ рыбному населенію Вислы. Изъ этого примѣра очевидно, что осажденіе едва ли можетъ считаться процессомъ самоочищенія.

По изслѣдованіямъ Holst'a, Geirsvold'a и Schmidt-Nielsen'a<sup>1)</sup> загрязненіе гавани Христианіи и рѣки Akerselven, протекающей черезъ городъ, городскими сточными водами значительно, несмотря на то, что туда человѣческія изверженія не спускаются. Осажденіе начинается уже въ рѣкѣ Akerselven, причемъ уже посрединѣ города происходятъ процессы гніенія, распространяющіе противныя запахи. Разжиженіе воспріятыхъ сточныхъ водъ водою рѣки и гавани въ высшей степени недостаточное — такъ что о самоочищеніи не можетъ быть и рѣчи.

Образованіе ила и загрязненіе воды въ рѣкахъ Wakenitz и Trave у Любека, по мнѣнію Renk'a<sup>2)</sup> зависитъ отъ спуска сточныхъ водъ города.

A. Раммуль<sup>3)</sup>, предпринявшій въ 1898 году химически-бактеріологическое изслѣдованіе воды Эмбаха, чтобы опредѣлить годность этой воды какъ источника для водоснабженія, приходитъ на основаніи своихъ анализовъ къ слѣдующему результату: „Какъ въ районѣ самаго города Юрьева, такъ и за городомъ, Эмбахъ сильно загрязненъ, полное самоочищеніе рѣки не происходитъ даже до ея впаденія въ Чудское озеро, хотя до этого мѣста длина рѣки равняется 40 верстамъ.

1) Arch. f. Hygiene Bd. 42 pag. 153 и 217.

2) Arbeiten aus d. Kaiserlichen Gesundheitsamte. 1889, Bd. V. Gutachten betreffend die Verunreinigung d. Flüsse Wakenitz и Trave bei Lübeck, pag. 414.

3) А. Раммуль. Рѣка Эмбахъ какъ источникъ водоснабженія населенныхъ мѣстъ.

Между тѣмъ какъ Pettenkofer<sup>1)</sup> считаетъ дозволи-  
тельнымъ спускъ сточныхъ водъ въ рѣку при 15—20 крат-  
номъ разведеніи, если скорость течения рѣки не меньше ско-  
рости сточныхъ водъ въ городскихъ каналахъ (0,5—0,7),  
Fränkel<sup>2)</sup> допускаетъ только разведеніе по крайней мѣрѣ  
въ 20, а Knoufer<sup>3)</sup> — въ 50 разъ; Stearns<sup>4)</sup> же нахо-  
дитъ безопаснымъ только разведеніе въ 125 разъ.

Wolffhügel<sup>5)</sup>, Th. Weyl<sup>6)</sup> и другіе считаютъ не  
позволившимъ спускъ сточныхъ водъ въ рѣки, пока недока-  
зана полная безвредность этихъ водъ. Schlatter<sup>7)</sup>, кон-  
статировавшій значительное загрязненіе Limmat'a сточными  
водами Цюриха, требуетъ, чтобы процессъ самоочищенія загряз-  
ненной сточными водами рѣки происходилъ въ вопль необи-  
таемой мѣстности.

Я вполне соглашаюсь съ мнѣніемъ Schlatter'a; если  
въ виду дороговизны или топографическихъ неудобствъ нѣтъ  
возможности устроить для грязной воды поля орошенія, то  
слѣдовало-бы по крайней мѣрѣ спускать сточныя воды въ  
рѣку внѣ черты города. Въ городахъ, не имѣющихъ водо-  
проводовъ, — къ какимъ, къ сожалѣнію, принадлежитъ и  
Юрьевъ, — въ виду санитарныхъ интересовъ населенія спускъ  
нечистотъ въ рѣку совершенно недопустимъ. Я часто видѣлъ,  
что вода Эмбаха употребляется бѣднымъ населеніемъ для до-  
машняго обихода и даже слишкомъ часто для питья, и это  
— не удивительно, потому что вода большинства колодцевъ  
города въ гигиеническомъ отношеніи далеко не безупречна. Я  
изслѣдовалъ колодезную воду одного дома — по Широкой  
улицѣ, — въ которомъ я жилъ 2 года; вода мнѣ казалась  
очень подозрительной и анализъ ея показалъ не только вы-  
сокой процентъ нитратовъ и хлоридовъ, но даже нитритовъ  
0,0012 въ литрѣ, что одно уже дѣлаетъ воду въ высшей сте-

пени подозрительной. Бактеріологическое изслѣдованіе дало  
массу разжижающихъ желатину колоній, между которыми съ  
достоверностью можно было найти proteus vulgaris. Поэтому  
вполнѣ понятно, что часто вода Эмбаха предпочитается водѣ  
колодцевъ; послѣдняя является неудобной для домашняго  
обихода также и потому, что обладаетъ большой жест-  
костью.

1) Th. Weyl. Handbuch d. Hygiene. Bd. II, pag. 467.

2, 3 и 4) Г. В. Хлопинъ. Загрязненіе проточныхъ водъ. 1902, стр. 14.

5) Th. Weyl. Handbuch der Hygiene. Bd. II, pag. 469.

6) Ibid.

7) Zeitschrift für Hygiene. Bd. 20, pag. 348.

## Глава II.

### Взятіе пробъ и методы изслѣдованія.

Такъ какъ одно только опредѣленіе вредности сточной воды не достаточно, а необходимо фактически доказать, что загрязненіе рѣки этой грязной водой дѣйствительно происходитъ, то я рѣшилъ рядомъ анализовъ систематически взятыхъ пробъ воды Эмбаха установить, можно ли вообще доказать значительное загрязненіе рѣки въ районѣ города и нельзя ли въ то-же время опредѣлить въ какихъ именно мѣстахъ это происходитъ. Если бы удалось послѣднее, то этимъ самымъ получилось бы указаніе на видъ и природу загрязняющихъ веществъ, а вмѣстѣ съ тѣмъ и указаніе на то, происходитъ ли загрязненіе рѣки сточными водами фабрикъ или же городскими нечистотами.

Точные анализы воды Эмбаха произведены д-ромъ А. Раммуль<sup>1)</sup>. Поэтому я при своихъ изслѣдованіяхъ могъ ограничиться опредѣленіемъ только тѣхъ веществъ, которыя даютъ наиболее близкое указаніе на происходящее загрязненіе рѣчной воды городскими нечистотами и фабричными отбросами. Къ таковымъ принадлежатъ содержаніе амміака, раствореннаго кислорода, хлоридовъ, органическихъ веществъ. По проф. Хлопину<sup>2)</sup> количественное опредѣленіе послѣднихъ трехъ достаточно, чтобы судить о степени загрязненія рѣки.

1) А. Раммуль. Рѣка Эмбахъ, какъ источникъ водоснабженія населенныхъ мѣстъ.

2) Г. В. Хлопинъ. Къ методикѣ опредѣленія раствореннаго въ водѣ кислорода. 1896. Москва Двсс.

Spitta<sup>1)</sup>, Thudichum и Dibdin<sup>2)</sup> въ послѣднее время въ особенности настаиваютъ на назначеніи опредѣленія кислорода для сужденія объ имѣвшемъ мѣсто загрязненіи рѣки. По мнѣнію послѣднихъ двухъ авторовъ количество содержащагося въ рѣчной водѣ кислорода находится въ тѣсной зависимости отъ загрязняющихъ рѣку веществъ. Если количество поступающихъ въ рѣку нечистотъ переступаетъ извѣстную границу, то происходитъ уменьшеніе кислорода, содержащагося въ водѣ. По ихъ мнѣнію, однако, можно безъ всякой опасности спускать въ рѣку нечистоты, если только количество раствореннаго въ водѣ кислорода по крайней мѣрѣ составляетъ половину возможнаго его максимума.

Кислородъ опредѣлялся по способу Winkler's; растворы хлористаго марганца, гидрата окиси натрія и іодистаго кали прибавлялись тутъ же на мѣстѣ взятія пробъ, чтобы сейчасъ же связать кислородъ и тѣмъ самымъ воспрепятствовать потерѣ кислорода во время транспорта пробъ въ лабораторію.

Далѣе важно опредѣленіе хлоридовъ. Если въ пробѣ, взятой изъ воды, находятся значительныя количества хлора, то это приписывается загрязненію веществами сточныхъ водъ изъ городскихъ каналовъ. Однако и сточныя воды фабрикъ часто содержатъ значительныя количества хлора; такъ 3 пробы сточныхъ водъ городскихъ каналовъ дали слѣдующія цифры — 0,175 mg. 0,189 и 0,310 mg., объ пробы воды дрожжевой фабрики дали 0,075 mg. resp. 0,210 mg. хлора, а сточная вода газоваго завода даже 1,320 mg. хлора на литръ. Во всякомъ случаѣ содержаніе хлора въ рѣчной водѣ должно значительно увеличиться, если въ Эмбахъ будутъ спускаться большія количества упомянутыхъ сточныхъ водъ.

Хлоръ опредѣлялся путемъ титрованія растворомъ азотнокислаго серебра. Большой интересъ для меня представляло опредѣленіе амміака, такъ какъ при констатированіи дѣйствительно большихъ количествъ амміака въ водѣ ниже

1) Arch. für Hygiene. Bd. 38, pag. 217.

2) Zeitschr. für Untersuch. der Nahrungs- und Genussmittel. 1901, pag. 236.

газового завода тѣмъ самымъ было бы доказано значительное загрязненіе рѣки въ этомъ мѣстѣ сточными водами этого завода. Такъ какъ однако вода Эмбаха всегда содержитъ небольшія количества амміака, происходящія изъ разлагающихся растительныхъ остатковъ болотъ и торфяныхъ полей, находящихся по обѣимъ сторонамъ Эмбаха, то я принималъ во вниманіе только тѣ количества, которыя превышали 1 mg. на литръ. Количества меньшія 1 mg. на таблицахъ отмѣнены знакомъ +. Амміакъ я опредѣлялъ колориметрически; а такъ какъ вода Эмбаха уже сама по себѣ обладаетъ желтоватымъ оттѣнкомъ, то очень незначительныя количества его по этому методу точно опредѣлить вообще трудно; поэтому при очень слабой окраскѣ я только сдѣлалъ отмѣтку „слѣды“. Такъ какъ въ водѣ Эмбаха содержатся большія количества солей кальція и магнія, то для осажденія ихъ прибавлялось тотчасъ же послѣ взятія пробы 1 куб. с. раствора гидрата окиси натрія (1 : 2) и 1 к. с. раствора углекислаго натрія (2,7 : 5). Получившаяся послѣ отстаиванія осадка прозрачная вода осторожно сливалась и помѣщалась въ цилиндръ Непера и къ ней прибавлялся 1 к. с. реактива Nessler'a. Цвѣтъ этой пробы сравнивался съ цвѣтомъ другихъ цилиндровъ, содержащихъ извѣстнаго состава растворъ хлористаго аммонія, къ которымъ также было прибавлено по 1 к. с. реактива Nessler'a.

Однимъ изъ самыхъ важныхъ опредѣленій при изслѣдованіяхъ воды считается опредѣленіе органическихъ веществъ, такъ какъ оно даетъ намъ указанія, какъ велико загрязненіе данной рѣки богатыми органическими веществами сточными водами. Присутствіе органическихъ веществъ въ рѣчной водѣ можетъ зависѣть отъ разныхъ причинъ, — они могутъ быть какъ животнаго, такъ и растительнаго происхожденія, могутъ попадать въ рѣку изъ сточныхъ трубъ города, могутъ происходить и изъ болотъ и торфяныхъ полей, находящихся на берегахъ рѣки. Послѣднее относится и къ Эмбаху; уже на далекомъ разстояніи отъ города вода Эмбаха даетъ такую высокую цифру потребленія хамелеона, которая при обыкновенныхъ условіяхъ ведетъ къ запрещенію употреблять рѣчную воду для питья. По этой причинѣ также и количество

употребленнаго хамелеона не даетъ намъ даже и приближительнаго понятія о количествѣ органическихъ веществъ, поступающихъ въ Эмбахъ изъ городскихъ стоковъ, такъ какъ окисленіе органическихъ веществъ марганцовокислымъ калиемъ происходитъ очень неравномѣрно и весьма возможно, что органическія вещества растительнаго происхожденія гораздо труднѣе подвергаются минерализаціи, чѣмъ вещества животнаго происхожденія. Для настоящей же работы главнымъ образомъ имѣло значеніе полученіе относительныхъ величинъ, которыя могли бы служить для указанія, загрязняются ли однѣ части рѣки больше, чѣмъ другія; опредѣленіе съ хамелеономъ для этой цѣли какъ разъ наиболѣе подходящее.

Количество употребленнаго марганцово-кислаго калия опредѣлялось въ кислотѣ растворѣ. По предложенію König'a<sup>1)</sup>, Farnsteiner'a<sup>2)</sup> и Sell'a<sup>3)</sup> воздѣйствіе  $KMnO_4$  поддерживалось при температурѣ кипѣнія 10 минутъ. Такимъ образомъ я предполагалъ получить болѣе равномѣрное окисленіе органическихъ веществъ, хотя при этомъ должны были получиться болѣе высокія цифры. Опредѣленіе производилось слѣдующимъ образомъ: къ 100 к. с. разведенной (1 : 3) дистиллированной водой пробы воды Эмбаха прибавлялось 5 к. с. разведенной (1 : 3) сѣрной кислоты и 10 к. с.  $\frac{1}{100}$ -нормальнаго раствора марганцово-кислаго калия и смѣсь кипятилась. Жидкость подвергалась кипѣнію ровно 10 мин., послѣ чего, по прибавленіи 10 к. с.  $\frac{1}{100}$ -нормальнаго раствора щавелевой кислоты, титровалась растворомъ хамелеона до появляющагося розоваго окрашиванія. Количество истраченныхъ к. с. послѣдняго раствора переводилось на mg  $KMnO_4$  на литръ. При этомъ всякій разъ производилась поправка — количество марганцово-кислаго калия, потребнаго для обезцвѣчиванія самой дистиллированной воды, всякій разъ опредѣлялось, вычислялось и затѣмъ вычитывалось. Если жидкость

1) J. König. Die menschlichen Nahrungs- u. Genussmittel 1893, pag. 1173 und 1174.

2) Farnsteiner. Op. cit.

3) E. Sell. „Ueber Wasseranalyse“. Mitteilungen aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte 1881. Bd. I, pag. 360.



обесцвѣчивалась уже во время кипяченія, то производилось дальнѣйшее разведеніе, иногда даже 10-кратное. Такъ какъ окисляемость также часто выражается въ  $KMnO_4$  какъ и въ  $mg$  кислорода, то для лучшаго ориентированія я помѣстилъ на послѣдней таблицѣ также и соответствующія марганцово-кислему калію количества кислорода.

Остается мнѣ еще указать болѣе подробно, какимъ образомъ производилось добываніе пробъ. Всѣ пробы взяты мною лично, причемъ я пользовался маленькой лодочкой, позволявшей добыть пробы въ любомъ мѣстѣ рѣки.

Для черпанія пробъ я примѣнялъ специально для этой цѣли по моимъ указаніямъ приготовленный аппаратъ. Аппаратъ состоялъ изъ простаго проволочнаго станка, въ который какъ разъ вмѣщалась величиною въ 300 к. с. стеклянка съ притертой пробкой. Какъ къ станку, такъ и къ пробкѣ была придѣлана веревочка изъ мѣдной проволоки, что позволяло опускать на любую глубину сосудъ, легкимъ потягиваніемъ за прикрѣпленную къ пробкѣ проволоку открыть стеклянку и такимъ образомъ наполнить послѣднюю въ желаемой глубинѣ. Къ проволочному станку прикрѣпленъ термометръ, указывающій одновременно и температуру воды. Такъ какъ у меня имѣлось отъ 12—18 стеклянокъ одинаковой величины, которыя можно было въ случаѣ надобности мѣнять, то я въ сравнительно короткое время могъ получить одну за другой до  $1\frac{1}{2}$  дюжины пробъ. Анализъ пробъ производился тотчасъ же послѣ прибытія домой.

Качественное опредѣленіе сѣроводорода и нитритовъ производилось на мѣстѣ, такъ какъ я всегда имѣлъ съ собою необходимые реактивы. Обнаружить нитриты мнѣ нигдѣ не удалось. Сѣроводородъ — только въ одной пробѣ.

Такъ какъ загрязненіе рѣки болѣе значительно во время наиболѣе низкаго стоянія уровня воды и наибольшей жары, т. е. лѣтомъ, то я отложилъ изслѣдованіе воды Эмбаха на июль мѣсяцъ, который обыкновенно отличается большой сухостью и низкимъ стояніемъ воды.

Такъ какъ по Prausnitz'y, Blasius'y, Beckurts'y, Heider'y)

1) Th. Weyl. Handbuch der Hygiene. Bd. II, pag. 463.

на составъ воды одной и той же рѣки сильно вліяютъ волны и вѣтеръ, сырость и сухость, высокой и низкой уровень воды, день и ночь, то я, чтобы получить по возможности точныя данныя, старался взять пробы въ возможно короткое время. Но, несмотря на это, взятіе всѣхъ пробъ продолжалось отъ 13—28 іюня, т. е. потребовало ровно полъ мѣсяца, такъ какъ во первыхъ — не всякій день былъ удобенъ для взятія пробъ и во вторыхъ — анализы пробъ требовали много времени. Однако я полагаю, что колебанія температуры и уровня воды не были настолько значительны, чтобы могли сколько нибудь повліять на полученные результаты; такъ, наименьшая высота уровня воды по рейкѣ метеорологич. обсерват. Университета равнялась 123 см. наибольшая — 128 см. — разница всего только на 5 см. Суточные среднія температуры воздуха оказались слѣдующія:

14	Поля	17° 5
16	"	20° 4
18	"	15° 6
19	"	15° 5
22	"	15° 8
23	"	16° 3
24	"	13° 9
28	"	13° 7

и колебались такимъ образомъ между 13° 7—20° 4; температура же воды во время взятія пробъ колебалась въ гораздо меньшихъ размѣрахъ: minimum 16° С. и maximum 19° С.

Данная относительно температуры, уровня воды и количества атмосферныхъ осадковъ любезно предоставилъ мнѣ г. Конрадъ Кохъ изъ Юрьевской метеорологической обсерваторіи, за что ему выражаю свою благодарность.

Пробы взяты въ 22 мѣстахъ рѣки, по 3 съ cadaго поперечнаго сѣченія рѣки, изъ которыхъ двѣ пробы у обоихъ береговъ, а третья посрединѣ рѣки. Всѣ онѣ брались такимъ образомъ, что мѣсто взятія пробы по срединѣ рѣки находилось нѣсколько ниже мѣстъ, гдѣ брались пробы у береговъ. 18 мѣстъ, гдѣ брались пробы, находятся въ районѣ города, 2 — выше города и 2 — ниже города. Всѣ мѣста взятія пробъ,

находящаяся въ районѣ города, отмѣчены на приложенномъ планѣ; поперечныя сѣченія рѣки, по которымъ пробы взяты, отмѣчены красными линиями и обозначены римскими цифрами соотвѣтствующими цифрамъ на таблицахъ.

Кромѣ того взято еще 4 пробы въ разныхъ мѣстахъ Эмбаха, гдѣ представилось необходимымъ опредѣлить болѣе значительное загрязненіе воды (пробы 10, 11, 14, и 52). Всѣ пробы взяты на глубинѣ 70 см. подъ поверхностью воды. Для лучшаго обзора я распредѣлил цифры конечной таблицы на таблицахъ I, II и III въ 3 столбца, соотвѣтственно правому и лѣвому берегамъ и срединѣ рѣки; порядокъ цифръ соотвѣтствуетъ тому порядку, въ какомъ были взяты пробы, начиная отъ имѣнія Ропкой вверхъ по теченію до корчмы Квистенталь.

Поперечныя сѣченія рѣки по которымъ  
находятся мѣста взятія пробъ.

	Таблица I.		На лѣв. берегу.	Таблица II.			Таблица III.					
	Количество хлора въ отдѣлѣ воды въ миллиграммахъ на 1 л.			Количество раствореннаго въ водѣ кислорода въ куб. с. на литръ воды.			Количество кислорода, потребное на окисленіе орг. вѣщ., содержащихся въ литрѣ воды въ миллиграммахъ на 1 л.					
	На прав. берегу.	Среди рѣки.		На прав. берегу.	Среди рѣки.	На лѣв. берегу.	На прав. берегу.	Среди рѣки.	На лѣв. берегу.			
Ниже города у мызы „Ропкой“ . . . . .	I	3,5	2,8	3,0	I	6,12	5,90	6,20	I	12,6	10,8	10,5
Около 1 версты ниже города . . . . .	II	3,5	3,5	3,5	II	5,75	5,87	6,22	II	16,0	11,2	13,1
У концѣ города, между кожевней и противупол. берегомъ . . . . .	III	17,0	5,6	5,0	III	5,60	6,14	6,44	III	13,6	13,6	13,6
Между Рыночной улицей „ „ „ . . . . .	IV	14,2	5,6	4,2	IV	2,9	5,80	5,9	IV	112,0	13,7	14,4
„ Амбарной и Луговой улицами . . . . .	V	11,3	5,6	5,6	V	4,75	5,77	5,8	V	28,8	14,4	16,0
„ Складочной и Ивовой „ . . . . .	VI	13,0	7,4	7,1	VI	5,73	6,19	6,27	VI	24,0	11,5	16,0
„ Соляной и Липовой ул. у дрожжеваго завода . . . . .	VII	8,5	7,1	19,8	VII	5,41	5,40	2,9	VII	12,8	11,5	98,4
„ Дровяной и Поперечной ул. . . . .	VIII	5,6	4,2	6,0	VIII	5,40	5,36	3,55	VIII	13,6	12,8	59,5
„ Новорыночной и Рыбьимъ рынкомъ . . . . .	IX	5,6	5,3	5,6	IX	5,52	5,53	5,51	IX	16,0	12,0	12,0
„ Купеческой и Гольмекой ул. . . . .	X	9,9	5,0	6,3	X	5,18	5,58	5,01	X	12,0	10,4	12,0
„ Лавочной ул. и Сѣнной площадью . . . . .	XI	5,6	4,2	7,1	XI	5,14	5,75	5,40	XI	16,0	10,4	18,4
Непосредственно передъ Каменнымъ мостомъ . . . . .	XII	5,6	4,2	5,6	XII	5,49	5,65	5,78	XII	11,2	12,8	15,3
Между обоими мостами . . . . .	XIII	4,2	4,2	7,1	XIII	6,02	5,91	5,88	XIII	10,5	13,1	17,9
„ Широкой и Русской улицами . . . . .	XIV	4,9	4,2	4,2	XIV	6,05	5,89	5,90	XIV	12,0	10,4	10,4
У стоянки лодокъ непосредственно передъ Деревяннымъ мостомъ . . . . .	XV	5,6	5,0	7,8	XV	5,77	5,79	5,50	XV	11,8	13,1	19,5
Между Маленьк. переулк. и противупол. берегомъ . . . . .	XVI	6,3	4,2	4,2	XVI	5,80	5,64	5,34	XVI	12,0	11,2	12,1
„ Картофельной ул. у пивоварни и противупол. берегомъ . . . . .	XVII	18,4	5,6	5,6	XVII	5,20	5,38	5,83	XVII	31,0	11,5	12,1
„ Дынной ул. и противупол. берегомъ . . . . .	XVIII	5,6	4,2	6,3	XVIII	5,71	5,90	5,35	XVIII	10,5	10,5	11,8
У I Техельферской аллеи . . . . .	XIX	6,1	5,0	4,2	XIX	5,44	5,61	5,65	XIX	12,4	11,2	10,4
„ „ „ . . . . .	XX	4,2	4,2	4,2	XX	5,70	5,78	5,50	XX	11,8	9,9	14,4
Около 2-хъ верстъ выше города . . . . .	XXI	3,5	2,8	2,8	XXI	5,90	6,22	6,06	XXI	11,8	10,8	11,8
У корчмы „Квистенталь“. . . . .	XXII	3,5	2,8	2,8	XXII	6,21	5,90	5,70	XXII	11,8	9,6	12,8

### Глава III.

## Оцѣнка полученныхъ при анализѣ результатовъ.

Представленныя 3 таблицы даютъ намъ достаточно ясную картину загрязненія Эмбаха сточными водами фабрикъ и нечистотами города Юрьева. Цыфры первой таблицы показываютъ содержаніе хлора въ водѣ; цыфры второй таблицы обозначаютъ количество кислорода на литръ воды, цыфры третьей таблицы указываютъ количество кислорода, необходимаго для окисленія органическихъ веществъ.

Таблица I.

При сравненіи цыфръ I таблицы находимъ, что наименшія количества хлора въ водѣ Эмбаха содержатся выше города, у корчмы Квистенталь, и приблизительно на 1 версту ниже этого мѣста (XXII и XXI); здѣсь вода Эмбаха содержитъ такое количество хлора, какое въ дальнѣйшемъ теченіи рѣки черезъ городъ уже болѣе не встрѣчается. Только нѣсколько верстъ за городомъ, вблизи имѣнія Ропкой, содержаніе хлора опять понижается до 2,8 mg., какъ и въ пробѣ XXII, взятой у корчмы Квистенталь. На всемъ протяженіи рѣки въ районѣ города содержаніе хлора въ водѣ значительно выше. Если внимательно просмотрѣть цыфры средняго столбца, соответствующаго срединѣ рѣки, то оказывается, что въ срединѣ Эмбаха содержаніе хлора уже у II техельферской аллеи повышается до 4,2 mg., достигаетъ по мѣстамъ 5,6, ниже каменнаго моста между Соляной и Складочной (VI—VII) улицами повышается даже до 7,1—7,4; затѣмъ количество содержащагося въ водѣ хлора уменьшается до 5,6 и только возлѣ имѣнія Ропкой достигаетъ того же предѣла, какъ и выше города до поступленія въ рѣку городскихъ нечистотъ. Однако, содержаніе хлора въ водѣ

Эмбаха выше всего у обоих берегов и наивысшія цифры здѣсь опять таки даетъ часть города — ниже каменнаго моста. Между тѣмъ какъ правый берегъ въ началѣ только у I техельферской аллеи (XIX) и у Картофельной улицы (XVII) даетъ нѣсколько болѣе значительныя цифры, высокое содержаніе хлора за каменнымъ мостомъ, у праваго берега, въ особенности бросается въ глаза у Купеческой ул. (X) — 9,9 mg., у Соляной ул. (VII) — 8,5 mg. у Складочной ул. (VI) — 13 mg. у Амбарной (V) — 11,3 mg., у Рыночной (IV) — 14,2 mg., у Рѣчной ул. — 26,9 mg. у кожевни въ концѣ города (III) — 17,0 mg. Все это указываетъ на значительное загрязненіе праваго берега сточными водами города и фабрикъ. Что это дѣйствительно такъ, за то говорятъ незначительныя количества хлора, обнаруженныя въ пробахъ съ противоположнаго лѣваго берега, на которомъ, начиная съ Ивовой улицы, не находится построекъ. У Ивовой же улицы, гдѣ находятся послѣдніе дома 3 участка, содержаніе хлора уже равно 7,1 mg., у Липовой ул., гдѣ впадаютъ въ рѣку сточныя трубы дрожжевого завода совместно съ стоками Липовой и Длинной улицъ, даже — 19,8 mg., у Поперечной — 6,0 mg., у Гольмской ул. и у Сѣнной площади — 6,3 mg. и 7,1 mg.; такимъ образомъ весь лѣвый берегъ ниже каменнаго моста, на всемъ протяженіи, гдѣ находятся постройки, т. е. до Ивовой ул., можно назвать сильно загрязненнымъ.

Такъ какъ вся рѣка ниже каменнаго моста, находящаяся въ предѣлахъ города, обнаруживаетъ, какъ у обоих береговъ, такъ и посрединѣ, такія значительныя количества хлора, то уже по одному этому можно эту часть рѣки назвать въ высокой степени загрязненной. Выше каменнаго моста содержаніе хлора только по мѣстамъ болѣе значительно; такъ у Картофельной ул., возлѣ пивоварни „Gambrius“, гдѣ по близости опять таки впадаютъ въ рѣку сточныя воды фабрики и города, наблюдается наиболѣе высокое содержаніе хлора, точно также у Дынной ул., у деревяннаго моста и у I техельферской аллеи, — однако нигдѣ вода не содержитъ столь равномерно высокаго количества хлора, какъ ниже каменнаго моста.

Таблица II.

Количество раствореннаго въ водѣ Эмбаха кислорода въ взятыхъ мною пробахъ, согласно таблицѣ II, колебалось между 6,44 и 2,9 к. с. на литръ воды. Обыкновенно, какъ правило, въ срединѣ рѣки содержаніе кислорода больше, чѣмъ у обоих береговъ, поэтому, чѣмъ ниже становится эта цифра, тѣмъ большее должно быть загрязненіе воды въ соответствующихъ мѣстахъ. Опредѣленіе раствореннаго въ водѣ кислорода, въ сравненіи съ опредѣленіемъ хлора и кислорода, потребнаго для окисленія органическихъ веществъ, не давало намъ такой яркой картины загрязненія рѣчной воды — однако оно пополняло послѣднюю настолько, что не могло оставаться болѣе никакого сомнѣнія. При высокомъ содержаніи хлора и кислорода, потребнаго для окисленія органическихъ веществъ, постоянно находимъ болѣе низкія количества кислорода, раствореннаго въ водѣ, нежели это бываетъ въ другихъ незагрязненныхъ мѣстахъ рѣки. Между тѣмъ какъ мало загрязненная вода всетаки еще содержала кислорода 5,75 к. с. на литръ, ниже каменнаго моста мы опять таки находимъ много мѣсть, которыя обнаруживаютъ болѣе низкія цифры и такимъ образомъ указываютъ на загрязненіе сточными водами. Средній столбецъ таблицы показываетъ количества кислорода въ срединѣ рѣки; выше каменнаго моста оно довольно высокое: колеблется между 5,75 и 6,22 к. с., падаетъ только у I техельферской аллеи, гдѣ впадаютъ сточныя воды завода Тиволи, до 5,61 (XIX), затѣмъ у Картофельной ул. (XVII) до 5,38, у Песочной ул. (XVI) до 5,64 и непосредственно передъ каменнымъ мостомъ (XII) до 5,65, — ниже же каменнаго моста, отъ Купеческой до Соляной ул., количество кислорода нужно назвать низкимъ (X—VII) 5,58; 5,53; 5,36; 5,40; дальше количество его сразу поднимается, такъ какъ съ лѣваго берега уже никакого загрязненія воды не происходитъ, или происходитъ только въ умѣренномъ количествѣ. Если сравнить цифры обоихъ боковыхъ столбцовъ съ таковыми же средняго столбца, то найдемъ, что вода у обоих береговъ содержитъ гораздо меньшія количества кислорода, чѣмъ по срединѣ рѣки; количество кислорода поднимается

даже до 2,9 (IV и VII) у дрожжевого и газового заводовъ и до 3,55 по лѣвому берегу у Поперечной ул. (VIII). Весь правый берегъ Эмбаха между нижней границей города и каменнымъ мостомъ даетъ болѣе низкія цифры содержанія кислорода, чѣмъ средина рѣки въ тѣхъ же соотвѣствующихъ мѣстахъ (III—XII); самыя низкія цифры получены у Рыночной ул. вблизи газового завода (IV) — 2,9 к. с., у Амбарной ул. (V) — 4,75 и у Купеческой (X и XI) — 5,14 и 5,18 к. с. У лѣваго берега Эмбаха, начиная отъ имѣнія Ропкой и до Ивовой ул. (I—VI), т. е. гдѣ по берегу находятся луга и сѣнокосы, минимумъ содержанія кислорода 5,8 к. с.; уже у крайнихъ домовъ города наблюдается уменьшеніе этого количества, а у Липовой ул. (VII) количество кислорода равняется только 2,9 к. с. на литръ воды — конечно, тутъ опять нужно принять во вниманіе, что въ этомъ мѣстѣ берегъ на довольно значительномъ разстояніи подвергается загрязненію сточными водами прилежащей части города и дрожжевого завода. Дальше вверхъ по теченію (VIII, X и XI) содержаніе кислорода также незначительно — такъ, у Поперечной ул. — 3,55, у Гольмской ул. — 5,01, у Сѣнной площади — 5,40; такъ что и здѣсь, какъ по срединѣ, такъ въ особенности у обоихъ береговъ рѣки ниже каменнаго моста, наблюдается значительное пониженіе въ содержаніи кислорода. Выше каменнаго моста уменьшеніе количества кислорода замѣчается въ особенности возлѣ угла пивоварни „Gambrinus“, Картофельной ул. (XVII) — 5,20 и (XIX) у I техельферской аллеи, гдѣ изливается канава, идущая отъ завода Тиволи, — 5,44; на лѣвомъ берегу такое же уменьшеніе замѣчается противъ Дынной улицы передъ купальней — 5,35 и у Песочной ул. (XVI) — 5,34,

Таблица III.

Таблица III даетъ намъ представленіе о количествахъ кислорода, потребовавшихся для окисленія органическихъ веществъ въ взятыхъ нами пробахъ. Большой частью потребленіе кислорода было довольно значительно, въ особенности въ пробахъ, взятыхъ у обоихъ береговъ рѣки, что опять таки указываетъ

на значительное загрязненіе обоихъ береговъ въ районѣ города.

Нѣсколько менѣе значительную разницу въ потребленіи кислорода даютъ пробы взятія въ срединѣ рѣки: между тѣмъ какъ выше города его требуется 9,6—10,8 mg. (XX—XXII), у I техельферской аллеи (XIX) количество потребленнаго кислорода повышается до 11,2 mg., въ дальнѣйшемъ же теченіи понижается затѣмъ до 10,5, mg., чтобы по мѣстамъ подняться опять даже до 13,1 mg.; выше же всего эти цифры (V—III) у Амбарной ул. — 14,4 mg., у Рыночной — 13,7 mg., у кожевни въ концѣ города — 13,6 mg., откуда начинается постоянное пониженіе, доходящее до 10,8 mg. (I), что опять таки говорить за значительное загрязненіе воды Эмбаха ниже каменнаго моста у выхода его изъ черты города. Гораздо болѣе значительны количества кислорода, потребныя для окисленія органическихъ веществъ, у обоихъ береговъ Эмбаха. У праваго берега возлѣ угла пивоварни „Gambrinus“ (XVII) 31,0 mg, у Купеческой ул. (XI) — 16 mg, у Новорыночной (IX) — 16 mg, у Складочной (VI) — 24 mg, у Амбарной (V) — 28,8 mg, у Рыночной ул. (IV) — 112 mg, и у кожевни (III) — 13,6 mg; все это цифры, которыя съ полной очевидностью доказываютъ, какъ сильно загрязненъ весь правый берегъ ниже каменнаго моста, въ особенности къ концу города. Не меньшее значеніе для сужденія о загрязненіи рѣки имѣютъ цифры, полученныя у лѣваго берега; такъ, непосредственно предъ деревяннымъ мостомъ (XV) — 19,5 mg, передъ каменнымъ мостомъ (XII) — 15,3 mg, посрединѣ между обоими мостами (XIII) — 17,9 mg, у Сѣнной площади (XI) — 18,4 mg, у Поперечной ул. (VIII) — 59,5 mg, у дрожжевого завода у Липовой ул. (VII) — 98,4 mg, и напротивъ Амбарной и Складочной (V и VI) — 16 mg, съ какого мѣста (V—I) цифры постоянно уменьшаются и у имѣнія Ропкой доходятъ до 10,5 mg. Эти числа говорятъ яснѣ всего сколь сильно загрязнены оба берега Эмбаха, въ особенности ниже каменнаго моста.

#### Конечная таблица.

Въ конечной таблицѣ я наглядно сопоставилъ полученные при анализѣ результаты, причѣмъ пробы расположены

по порядку вверх по течению. Обозначены также число и часть взятия пробы, температура воздуха и воды, высота стояния воды и количество атмосферных осадков в обозначенный день. Так как остальные цифры этой таблицы уже достаточно подробно разобраны, то остается только еще сравнить пробы по содержанию в них аммиака. Здесь принимаются во внимание только те, которые содержат по меньшей мере 0,1 мг. на литр воды. Больше всего бросаются в глаза количества аммиака в пробах 10, 11, 12, взятых у правого берега Эмбаха у Рыночной и Рѣчной ул. Проба 12 содержала даже 20 миллиграммов  $\text{NH}_3$  в одном литре воды — на расстоянии 1 сажени от этого места, как я потом убѣдился, впадает в рѣку канава, по которой почти непрерывно втекает в рѣку сточная вода газового завода. Так как у угла Рѣчной ул. содержание аммиака все еще достигает 3,5 мг. и у кожевни — 1,0 мг. (проба 10 и 11.), то воду всего правого берега за газовым заводом можно назвать сильно загрязненной аммиачными солями и не только возле берега, но и посрединѣ рѣки; выше купальни я еще нашла 0,5 мг.  $\text{NH}_3$  на литр (проба 14.). Во всяком случаѣ непростительно устроить купальню в столь сильно загрязненном мѣстѣ, тут же возле впадения столь ядовитой сточной воды фабрики, или, что еще хуже, вообще позволять спускать в рѣку столь ядовитые отбросы. Больше значительное содержание аммиака дают еще пробы 24—27: по всей ширинѣ рѣки между Дровяной и Поперечной улицами (Проб. 25, 26, 27) — 0,25, — 0,20, — 0, 50, у лѣваго берега у дрожжевого завода (проба 24.) — 2 мг., затѣм обѣ пробы правого берега у Лавочной и Купеческой ул. и лѣвый берег у Сѣнной площади. Выше каменнаго моста содержание аммиака во всяком случаѣ меньше значительно: у лѣваго берега между обоими мостами оно достигает 0,4 resp. 0,45 мг. (проба 39 и 42), у правого берега эта цифра только выше нормы у деревяннаго моста, в мѣстѣ стоянки лодок, и у завода „Gambrius“ (проба 46, 52 и 55), далѣе вверх количество  $\text{NH}_3$  все понижается и выше города мы находим только слѣды аммиака в рѣчной водѣ (пробы 56—70).

Присутствие сѣрводорода удалось доказать только в

пробѣ 12, взятой у Рыночной ул. на расстоянии одной сажени от берега, вблизи купальни, нѣсколько ниже мѣста впадения сточной воды газового завода, что вполне доказывает, что сточная вода до ея спуска в рѣку не освобождается даже от этого ядовитаго соединенія.

Если внимательно просмотрим еще разъ всѣ 70 пробъ этой таблицы, то найдемъ, что нѣкоторыя пробы при очень небольшихъ количествахъ раствореннаго в водѣ кислорода одновременно требуютъ большія количества кислорода, потребнаго для окисленія органическихъ веществъ, и содержатъ значительныя количества хлора и аммиака; имѣя в виду это обстоятельство, мы во всякомъ случаѣ не ошибемся, если обозначимъ какъ разъ те мѣста Эмбаха, гдѣ взяты указанныя пробы, загрязненными разнаго рода нечистотами. Это наблюдается въ пробахъ 12, 16, 24, 27, 52 и 55; поэтому те мѣста, гдѣ взяты перечисленныя пробы, должны быть признаны вѣ высшей степени загрязненными. Проба 12, почерпнутая у правого берега у Рыночной улицы, даетъ помимо высокаго содержания аммиака и сѣрводорода, что прямо говоритъ за загрязненіе берега сточными водами — здѣсь въ этомъ загрязненіи воды большей частью виноваты газовый заводъ. Черный илъ покрываетъ берегъ вплоть до купальни и всякій разъ, когда въ этомъ мѣстѣ проходитъ пароходъ и образующимися отъ него волнами поднимаются находящіяся у берега массы ила, рѣка до самой середины представляется мутной, сѣрвато-грязнаго цвѣта, и проходитъ довольно много времени, пока эти массы ила опять осядутъ на дно. Нужно поэтому удивляться, что для купальни выбрано какъ разъ столь загрязненное мѣсто. Пробы 16 и 19, взятія съ правого берега у Складочной и Амбарной ул., точно также даютъ сомнительныя цифры. Проба 24 — съ лѣваго берега у Липовой ул. — указываетъ также на сильное загрязненіе воды; такъ какъ въ этомъ мѣстѣ стекаютъ и нечистоты изъ города и сточныя воды фабрики, то загрязненіе и образованіе ила у берега въ значительной степени зависятъ отъ этихъ послѣднихъ. Слой зловоннаго ила имѣетъ здѣсь высоту вѣ 1 метръ и доходитъ почти до самой поверхности воды; съ дна рѣки постоянно поднимаются

больше пузыри газовъ, что указываетъ на происходящія возлѣ берега процессы гніенія и броженія. Проба 27, почерпнутая возлѣ лѣваго берега у Поперечной ул., указываетъ тоже на высокую степень загрязненія берега — и здѣсь дно у берега покрыто слоемъ ила. Пробы 31 и 34, взятія у Купеческой и Лавочной ул. возлѣ рынка, даютъ также подзрительныя цифры, точно такъ же и пробы 33 и 36 съ противоположнаго берега у Гольмской ул. и Сѣнной площади. Такимъ образомъ всѣ эти числа краснорѣчиво говорятъ за очень значительное загрязненіе всей рѣки ниже каменнаго моста.

Выше каменнаго моста вода сравнительно чище, только пробы 42 и 48 у лѣваго берега даютъ болѣе высокія цифры. Пробы 52 и 55 опять показываютъ картину сильнаго загрязненія воды — онѣ получены у Картофельной улицы, возлѣ угла и нѣсколько ниже пивоварни „Gambrius“. Далѣе пробы 58 и 59, взятія у I техельферской аллеи также указываютъ на загрязненіе. Такъ какъ въ мѣстѣ, гдѣ взята эта послѣдняя проба, впадаетъ въ рѣку канава, по которой стекаетъ сточная вода завода Тиволи, и въ мѣстахъ, гдѣ взяты пробы 52 и 55, 10, 11, 12 и 14, точно также находятся фабрики, то можно съ большою вѣроятностью сказать, что въ загрязненіи рѣчной воды больше всего виноваты сточныя воды фабрикъ. Въѣдъ нечистоты города впадаютъ въ рѣку у каждой улицы, однако, если какъ разъ въ тѣхъ мѣстахъ, по близости которыхъ впадаютъ и сточныя воды фабрикъ, цифры, указывающія на загрязненіе, особенно высоки, то это загрязненіе можно спокойно поставить въ вину фабрикамъ, хотя городскія нечистоты, какъ это доказано пробами, взятими возлѣ рынка, нерѣдко также въ значительной мѣрѣ участвуютъ въ загрязненіи.

## Выводы.

1. Сточная вода газовыхъ заводовъ — одно изъ самыхъ опасныхъ фабричныхъ отбросовъ, вслѣдствіе сильной ядовитости ея составныхъ частей.
2. Предѣлъ ядовитости отбросовъ здѣшняго газоваго завода по отношенію къ рыбамъ — значительно выше, чѣмъ это до сихъ поръ предполагали; разведеніе 1 : 2000 ведетъ еще къ неминуемой гибели рыбъ, однако и разведеніе 1 : 3000 едва ли будетъ безразличнымъ для рыбъ.
3. Ядовитое дѣйствіе отбросовъ газовыхъ заводовъ лишь въ незначительной мѣрѣ зависитъ отъ раствореннаго въ водѣ свѣтильнаго газа.
4. Городскія нечистоты (безъ человѣческихъ изверженій), по моимъ изслѣдованіямъ, не такъ вредно дѣйствуютъ на рыбу, если только количество рѣчной воды въ сравненіи съ количествомъ сточныхъ водъ не слишкомъ мало; ерши, лини, плотвы, щуки, язи во всякомъ случаѣ переносили безъ всякаго вреда сточную воду съ чистой водой въ разведеніи 1 : 20, 1 : 40



довольно продолжительное время; однако лещъ оказался очень чувствительнымъ къ такой смѣси.

5. Отбросы дрожжевого завода, вслѣдствіе большаго содержанія органическихъ веществъ, въ особенности сильно загрязняютъ рѣку, причемъ продукты гніенія отбросовъ дѣлаютъ воду невкусной и вмѣстѣ съ тѣмъ негодной для употребленія. Въ противоположность сточной водѣ города вышеупомянутые виды рыбъ не переносятъ долго разведенія этихъ отбросовъ съ водою въ пропорціи 1 : 20, 1 : 40. Такое разведеніе оказываетъ на нихъ значительно вредное вліяніе; только плотвы способны переносить вредное дѣйствіе столь загрязненной воды.

6. Сточные воды чугуно-литейнаго завода оказались также, даже въ разведеніи 1 : 25, весьма вредными для опытныхъ рыбъ, — даже, несмотря на то, что со времени взятія пробы прошло довольно продолжительное время, въ продолженіе котораго эта вода могла стать менѣ ядовитой.

7. Различные виды рыбъ относятся совершенно различно къ загрязненію одними и тѣми же веществами; такъ, плотва, линь и язь, согласно моимъ опытамъ, оказались гораздо болѣе стойкими, нежели ерши, окуни, щуки и налимы; въ высшей степени чувствительными я долженъ назвать лещей, которые погибли при сравнительно незначительномъ загрязненіи воды.

8. Опредѣленіе количества хлора въ водѣ даетъ намъ наиболѣе точное указаніе о большемъ или меньшемъ загрязненіи рѣки разнаго рода отбросами. Опредѣленіе кислорода и потребленнаго марганцовокислаго калия дополняетъ полученные результаты.

9. Такъ какъ загрязненныя въ районѣ города мѣста находятся вблизи фабрикъ, то эти послѣднія съ полною увѣренностью можно считать виновниками загрязненія рѣки.

## Положенія.

---

1. Въ городахъ, не имѣющихъ водопроводовъ, въ виду санитарныхъ интересовъ населенія, слѣдовало бы запретить спускать въ районъ города въ рѣку фабричные отбросы и городскія нечистоты.
2. Сточныя воды газовыхъ заводовъ вообще не должны быть спускаемы въ рѣки въ виду сильной ядовитости ихъ составныхъ частей для рыбы.
3. Купальни должны устраиваться въ такихъ мѣстахъ рѣки, которыя не только представляются удобными, но, главнымъ образомъ, болѣе соотвѣтствуютъ требованіямъ гигиены.
4. Изслѣдованіе пищевыхъ веществъ, гигиена и физиология непременно должны быть включены въ курсъ, проходимый фармацевтами.
5. Анализъ сточныхъ водъ, по мѣрѣ возможности, долженъ производиться на мѣстѣ взятія пробъ, отсылку въ болѣе отдаленное мѣсто для изслѣдованія необходимо избѣгать.
6. Фармацевтическая дѣятельность — неподходящій трудъ для женщины.

## Оглавление.

	Стр.
Предисловіе . . . . .	5
Введеніе . . . . .	8

### I.

#### Литературная часть.

Глава I. Вредъ городскихъ и промышленныхъ отбросовъ для проточныхъ водъ въ гигиеническомъ и промышленномъ отношеніяхъ . . . . .	13
Глава II. Вредъ для рыбопромышленности . . . . .	20
Глава III. Работы, относящіяся къ экспериментальнымъ изслѣдованіямъ этого вопроса . . . . .	26
Собственныя изслѣдованія.	
Глава IV. Экспериментальная часть . . . . .	38
Методика химическаго анализа . . . . .	44
А. Сточная вода городского газоваго завода . . . . .	58
В. Сточная вода желѣзо- и чугунно-литейнаго завода . . . . .	83
С. Сточная вода дрожжевой фабрики . . . . .	94
D. Городская сточная жидкость . . . . .	110

### II.

#### Загрязненіе воды Эмбаха сточными водами г. Юрьева.

Глава I. О загрязненіи рѣкъ и самоочистительной способности ихъ . . . . .	122
Глава II. Взятіе пробъ и методы изслѣдованія . . . . .	130
Глава III. Оцѣнка полученныхъ при анализѣ результатовъ . . . . .	137
Выводы . . . . .	145
Положенія . . . . .	149
Таблицы . . . . .	
Планъ города Юрьева . . . . .	