

1,493^a
Изъ Гигіенической Лабораторіи Императорскаго Юрьевскаго
Университета.

Diss 159,493^a
Къ вопросу
О загрязненіи рѣкъ
прѣмышленными
и городскими сточными водами.

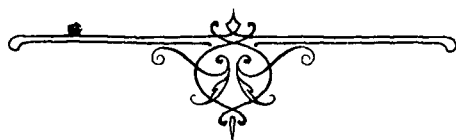
Загрязненіе Эмбаха

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



Диссертація на степень Магистра Фармаціи

А. И. Мелкерта.



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

Печатано съ разрѣшенія Медицинскаго факультета Императорскаго
Юрьевскаго Университета.

Г. Юрьевъ, 13 Мая 1904 года.

№ 639.

Деканъ: **Чижъ.**

0131964

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 обращалъ 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 раціональное 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 приносить 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 водъ; тутъ играютъ роль еще и другіе факторы, имѣющіе чисто практическое значеніе, а именно — какъ и поскольку спускомъ промышленной и сточной водъ въ проточныя воды задѣты различные интересы. Главнымъ образомъ представители союзовъ рыбной промышленности непрерывно жалуются на то, что источникъ ихъ доходовъ постепенно уменьшается и что, вслѣдствіе возрастающаго загрязненія 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 рыбы, во второй же части рядомъ анализовъ постарался установить степень загрязненія 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 рыбы 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, тянувшими 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 Юрьевского 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 топяхъ 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, впослѣдствіи, въ болѣе позднее время, когда мѣста ихъ осѣдлости 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 ¹⁾. Резиденція Ассурнасірпала, по изслѣдованіямъ L a u a r d'a, имѣла подобныя же сооруженія, а отъ ассирійцевъ и вавилонянъ, искусство канализовать свои города заимствовали греки и затѣмъ уже римляне, и Сюаса пахіта 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 ²⁾. 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, привлечшее 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 различного рода нечистотъ и

1) N i e l s e n. Die Strassenhygiene des Altertums. Arch. f. Hygiene 1902. Heft 2.

2) Th. W e y l. 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 накаплиются 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 кожевенные заводы, пивоваренные и другіе, сильно стали страдать отъ сточныхъ водъ прочихъ большихъ фабрикъ, которыя до такой степени загрязняли рѣчную воду, что она сдѣлалась совершенно непригодной для употребленія 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 S n o w , B u d d и K o c h ¹⁾ установили теорію питьевой воды, согласно которой вода рѣкъ, при спускѣ въ нее сточныхъ водъ, легко можетъ быть причиной возникновенія эпидемій среди населенія, — P e t t e n k o f e r ²⁾ и его ученики выступили прямыми противниками этой теоріи, причемъ 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 канальевъ, 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 ужъ 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'u 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 этомъ 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 We y l'ю ¹⁾ 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 ²⁾ 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. We y l. Handbuch der Hygiene. Bd. II, pag. 379--381.

2) J. Kö n i g. 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“.

Emmerich¹⁾ напротивъ держится совершенно обратнаго взгляда; у животныхъ, которымъ онъ впрыскивалъ подочно 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. Nägeli²⁾, по теоріи котораго вообще не существуетъ специфическихъ дробянокъ (бактерій), слѣдовательно не существуетъ и специфическихъ возбудителей болѣзней, Wernich³⁾, Möller-Gröbersdorf⁴⁾ категорически отрицаютъ передачу инфекціонныхъ заболѣваній при посредствѣ рѣчной воды, по той же самой причинѣ. Gaffky⁵⁾ 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.

Koch¹⁾ безусловно принимают сторону противников теории Nägeli и его учеников, Gaffky выводы своих исследований резюмирует в следующих словах: „Переход морфологически различных дробянок (бактерий) друг в друга до сих пор остается теорией. Приведенные в ее пользу экспериментальные доказательства, по объективному исследованию оказались несостоятельными“.

König²⁾ приходит к следующему заключительному выводу: „Вода, при вливании в нее сточных вод из жилищ людей, может содержать в себе яйца паразитов, а также патогенные бактерии; через раны, повреждения слизистых оболочек при жевании, или при действии на пищеварительный тракт, или после употребления воды для полоскания, мытья, при купании и т. д., они могут попадать в организм и вызывать там заболевания“.

Uffelman³⁾ говорит: „Возможно, что неразложимые органические вещества могут послужить поводом, извѣстные же водные микропаразиты уже несомненно служат таковыми к заболеваниям; органические вещества, если они выделительного происхождения, могут вызвать энтерит“.

По его мнению всегда подозрительна вода, содержащая вещества, указывающие на примесь гнилостных масс животного происхождения, также когда она богата органическими веществами, содержит много хлористых соединений, аммиака, нитритов и нитратов, а также в том случае в особенности, если она содержит фосфорную кислоту.

Как ни противоречивы взгляды на этот вопрос, как ни трудно прийти к окончательному выводу, во всяком случае должен быть твердо установлен тот факт, что пока не будет доказано, что возбудители болезней теряют совершенно в рѣчной воде свою патогенность, до тех пор в интересах санитарии спуск в рѣку городских нечистот в предѣлах города не должен быть допускаем,

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

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

3) Uffelman. 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, на-противъ спускъ промышленныхъ сточныхъ водъ въ про-точную воду является вѣчнымъ зломъ для жителей; причина очевидно заключается въ томъ, что во-первыхъ загрязняющія сточныя воды фабрикъ, въ особенности въ большихъ про-мышленностяхъ, вливаются въ проточную воду въ огромныхъ массахъ, а во-вторыхъ, и въ томъ, что наши органы чувствъ особенно чувствительны къ загрязненіямъ послѣдняго рода.

Яркій примѣръ подобнаго рода представляетъ намъ за-грязненіе Werr'y при Herford'ѣ, которая спускомъ въ нее сточныхъ водъ съ правительственной крахмальной фабрики въ Salzuflen'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 Werr'y вообще больше уже не годилась ¹⁾. Само собою разумѣется, что съ точки зрѣнія гигиены недо-пустимо, чтобы сады, публичныя мѣста, а тѣмъ болѣе жи-лища, были настолько заражены, что пребываніе въ нихъ становилось бы невыносимымъ.

Weyl ²⁾ говорить въ своемъ сочиненіи, что у прибреж-ныхъ жителей загрязненныхъ рѣкъ легко наступаютъ нару-шенія здоровья и самочувствія, въ томъ случаѣ, если рѣки эти издають запахъ амміака, сѣрководорода, сѣрнистой кислоты или если онѣ издають 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

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

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

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 благопріятныя условія вызываютъ гніеніе и процессы броженія.

По F. Fischer¹⁾ могутъ однако-же передаваться сточными водами различныхъ промышленныхъ предпріятій проточнымъ водамъ и инфекціонныя вещества, такъ напримѣръ кожевенными 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 Weyl²⁾ прачешныя заведенія, фабрики для изготовленія фотографическихъ пластинокъ, пивоваренныя заводы не могутъ пользоваться сильно загрязненной водой.

W. Eitner³⁾ неоднократно замѣчалъ, что кожевенныя заводы, пользующіеся водой изъ источниковъ, на берегахъ которыхъ, выше кожевенныхъ заводовъ, находятся пивоваренныя, водочныя заводы или фабрики прессованныхъ дрожжей, спускающіе свои сточныя воды въ эти источники, сильно отъ этого страдаютъ. Fischer⁴⁾ 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.

фабрикъ прессованных (сухихъ) дрожжей также къ крайне вреднымъ для находящихся ниже по теченію рѣки кожевенныхъ заводовъ. Пивоваренные заводы, сахарныя и крахмальные фабрики требуютъ для промышленныхъ своихъ цѣлей по König'у также чистую, прозрачную воду, насыщенную же органическими веществами вода можетъ легко повести къ самымъ неприятымъ для промышленности послѣдствіямъ. Красильные заводы также требуютъ воду по возможности чистую. Въ интересахъ самой же промышленности было бы желательно прекратить наконецъ беззастѣнчивый 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 изобрѣтателю тотъ результатъ, котораго онъ отъ него ожидаетъ.

König ¹⁾ говорить: „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 „химическія 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 ²⁾ говорить: „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-

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

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

растающеее загрязнение наших проточных 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 земледѣліи. Если земледѣліе косвеннымъ образомъ получаетъ вредъ отъ спуска въ воду веществъ, имѣющихъ для удобренія полей высокую цѣну, то прямой вредъ, причиняемый земледѣльцамъ загрязненными проточными водами, не долженъ быть оцѣненъ столь же низко. Главнымъ образомъ страдаетъ отъ этого, молочное хозяйство. По Копіг'у¹⁾ нечистая вода, употребляемая для прополаскиванія чановъ, посуды, можетъ вызвать образованіе въ молокѣ нитей или слизи, прогорклость въ маслѣ или неправильное скисаніе сливокъ.

Скотоводство и рыбоводство 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. Kōnig. Bd. I, pag. 97.

Глава II.

Вредъ наносимый сточными водами рыбной промышленности.

Главными качествами воды, служащей для пребыванія рыбы, должны являться прозрачность и чистота. Богатая грязными веществами вода можетъ 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 ¹⁾. Въ рѣкѣ Voxna въ Швеціи въ 40-хъ годахъ было уловлено 2400—4000 Кіло 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 ²⁾ 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 сточныя воды могутъ содержать въ себѣ вещества, дѣйствующіе

1). J. K ö n i g. „Verunreinigung der Gewässer“. Bd. I, pag 93.

2). Г. В. Х л о п и н ъ. „Загрязненіе проточн. водъ“ стр. 38. 1902. 2-ое изд.

ція 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 воздѣйствія 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 Weyl¹⁾ въ прежніе годы Темза до устья была богата рыбой, съ тѣхъ поръ однако, какъ сточныя воды Сѣвернаго 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. Malmgren²⁾ сообщаетъ о вредѣ, понесенномъ рыбной промышленностью въ Швеціи, который онъ приписываетъ отпаденію коры при сплавахъ лѣса.

Hofert³⁾ причину значительнаго вымиранія рыбы въ рѣкѣ „Ache“ 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 удушенія.

v. Mojsisovics⁴⁾ въ Грацѣ сообщаетъ о вредномъ дѣйствіи мелкихъ массъ древесной бумаги, которая загрязняла „Übelbach“ и вызвала такимъ образомъ вымираніе форелей. v. Siebold⁵⁾ 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.

механическимъ воздѣйствіемъ микроскопическихъ кварцевыхъ зернышекъ. Рыбы были взяты изъ садка, черезъ который протекала вода, загрязненная кварцъ содержащимъ иломъ. L. G r a p d e a u ¹⁾ 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 ²⁾ 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. L e u s k a r t ³⁾ 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.

K ä m m e r e r ⁴⁾ сообщаетъ о загрязненіи Pegnitz'a и Regnitz'a, которое имѣло послѣдствіемъ вымирание рыбъ сотнями; загрязненіе произошло вслѣдствіе спуска воды, запруженной въ газоемѣ 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. B e n e d i c t. „Die Abwässer der Fabriken“, pag. 386.

2) Г. В. Х л о п и н ѣ. Сборникъ работъ Гигіенической Лабораторіи Юрьевскаго Университета. Выпускъ I. 1902. Стр. 176.

3) J. K ö n i g. 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 существования рыбы въ нашихъ водахъ. Насколько важнымъ является для рыбы уже одно растительное царство, видно изъ слѣдующихъ словъ Fr. Heinske.¹⁾ „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 живот- „ныхъ въ свою очередь питается остатками умирающихъ или „живыхъ растений, то истребленіе рѣчной растительности естест- „венно 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 уменьшить количество пищи не только „для развившихся рыбъ, но и для приплода, который въ свою „очередь питается личинками скорлупняковъ.“

О. Н. Grim²⁾ принимаетъ за одну изъ причинъ умень- шенія 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 éntomologique de France Ser. 6 II), доказалъ въ своихъ опытахъ что достаточно покрыть водуслоемъ масла толщиной въ $\frac{1}{2}$ мил- лиметра для того, чтобы убить живущія въ водѣ личинки и куколки наѣкомыхъ. Изъ этихъ выводовъ видно, какую громадную роль въ экономіи природы играютъ даже подоб- ные ничтожныя по величинѣ существа, въ данномъ случаѣ специально для питанія рыбы; — и если уже тонкій слой масла или нефти способны лишить рыбу ихъ главнаго ма- теріала питанія, то какое тогда опустошеніе могутъ про- извести наши промышленныя сточныя воды въ низшихъ жи- вотномъ и растительномъ царствахъ проточныхъ водъ.

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

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

R. Leuckart¹⁾ описывает дѣйствіе осадка перекиси марганца слѣдующимъ образомъ: „Дно рѣки покрывается „иловымъ налетомъ толщиною въ футъ; такимъ образомъ „уничтожаются укромныя мѣстечки и мѣста для отдыха рыбы, „ростъ растений на мѣстахъ покрытыхъ иломъ задерживается; „всѣ безчисленныя маленькія водоросли, которыя проросли „раньше богатый гумусомъ иль водъ, погибаютъ. Въмѣстѣ „съ ними конечно гибнутъ и питающіяся ими животныя. Если же „число инфузорій и улитокъ, раковъ и червей уменьшится, то „этимъ самымъ уменьшится и „источникъ питанія бѣлоры- „бицы, а параллельно исчезновенію маленькихъ бѣлорыбицъ, „идетъ и вымираніе крупныхъ хищныхъ рыбъ. Постоянное „загрязненіе осадкомъ перекиси марганца оказываетъ въ высшей „степени гибельное дѣйствіе на богатство рыбы въ рѣкахъ и „угрожаетъ съ теченіемъ времени совершенно его уничтожить.“

J. Köpzig²⁾ полагаетъ, что всѣ загрязненныя взвѣшен- ными веществами воды дѣйствуютъ на рыбъ подобно водѣ съ осадкомъ перекиси марганца и что всѣ описанныя при осадкѣ перекиси марганца явленія имѣютъ значеніе и для осталь- ныхъ подобнымъ же образомъ образованныхъ сточныхъ водъ съ мелко взвѣшеннымъ веществомъ.

Во всякомъ случаѣ вредъ, наносимый рыбной промыш- ленности спускомъ сточныхъ водъ, въ особенности промыш- ленныхъ въ проточную воду, долженъ быть оцѣниваемъ очень высоко, тѣмъ болѣе, если рѣка имѣетъ небольшой на- клонъ и количество воды по отношенію къ массѣ сточныхъ водъ также невелико. Однако существуетъ много сторонни- ковъ 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 про- мышленности въ пользу рыбной ловли, предъявляя къ пер- вой невыполнимыя требованія.

Jurisch³⁾ указываетъ, что народное богатство Германіи благодаря развитію промышленности увеличивается ежегодно

1) J. Köpzig. „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 милліоновъ марокъ, между тѣмъ какъ рыбо-промышленность во внутреннихъ водахъ увеличиваетъ его только на 6 милліоновъ марокъ. Но конечно и тутъ могутъ быть, безъ особаго вреда для промышленности найдены средства для обработки сточныхъ водъ или же онѣ могутъ быть примѣнены для орошенія, но во всякомъ случаѣ можно вполне согласиться съ мнѣніемъ E. d. Beyer¹⁾, что со стороны промышленности замѣчается крайняя небрежность въ этомъ отношеніи и всѣ предосторожности, могущія повлечь за собою уменьшеніе загрязненія, подчасъ совершенно не принимаются во вниманіе, и благодаря этому создалось 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) E. d. 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 рыбопромышленности, тогда не было никакого матеріала, никакой основы, на основаніи которыхъ могли быть созданы законныя нормы. Нерѣдко 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 Weigelt¹⁾, 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-

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

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.

C. Niep ha us - Me i n a u ¹⁾ нашель, что сточная вода анилиновой фабрики, содержащая въ литрѣ 18,8 мышьяковой кислоты, даже при разведеніи въ 100 разъ убивала рыбъ въ теченіе 4 часовъ.

L. G r a n d e a u ²⁾, изслѣдовавшій сточныя воды Saline'ы 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 литръ убиваль линей въ теченіе 5 ч.
Сѣрнистый кальцій „ „ 0,1 „ „ „ „ „ „ 22 м.
Сѣрнистый же кальцій въ количествѣ 0,016 „ „ „ вліяль еще вредно,

тогда какъ сѣрноватистокислый кальцій даже при содержаніи въ 5,0 грм. на литръ оказываль только незначительное вліяніе. По изслѣдованіямъ Ch. Richet ³⁾ слѣдующія количества вліяють на рыбъ убивающимъ образомъ:

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

H. de Varigny и P. Bert ⁴⁾ пришли къ другимъ результатамъ.

По ихъ изслѣдованіямъ количества

Хлористаго кальція — 3,0
и Хлористаго магнія — 4,0 на литръ воды

еще не дѣйствуютъ на рыбъ 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.

Е. v. R a u m e r ¹⁾) твердо устанавливаетъ предѣлъ вреднаго вліянія цинковаго купороса въ размѣрѣ 140 мгрм. на литръ, каковое количество вызывало смерть рыбъ въ теченіе 2¹/₂ часовъ.

Н a m p e l ²⁾) испыталъ дѣйствіе сточныхъ водъ на форелей и пришелъ къ слѣдующимъ предѣльнымъ выводамъ, — изъ нихъ приведу величины для нѣкоторыхъ веществъ:

Цианистый калий . . .	10	мггр.	наливъ	вызв. въ	7	мин.	боковое положеніе у рыбъ
Роданистый аммоній 100	мггрм.				6	час.	
Сѣрнистый натрій . . .	115				38	мин.	
Онъ же подкисл. HCl. 81					34		
Сѣрнистая кислота . . .	30				27	мин.	
Тоже	1				4 ¹ / ₂	час.	
Соляная кислота . . .	1				8	часовъ	вялость
Сѣроводородъ	10				6	минутъ	боковое положеніе
Тоже	1				8	часовъ	вялость
Деготь	200	мггрм.			1 ¹ / ₂	часа	боковое положеніе
Феноль	50				6	минутъ	
Тоже	10				1	часъ	17 мин.
Мыло	1,0				1	часъ	52 мин.
Углекислый аммоній	3,0				44	минуты	

Р. B e r t ³⁾) 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. F i s c h e r. „Das Wasser.“ 1902. Berlin. Verlag Springer.
2) Ibid.
3) Landwirtschaftliche Jahrbücher. 1897. Bd. 26. J. K ö n i g u. E. H a s e l - h o f f „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 экзосмоза наступаетъ высыханіе тѣла.

Е. Haselhoff и Нүппе meyer¹⁾ изслѣдовали дѣйствіе красящихъ веществъ на линей 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 высказанный Hofeг'омъ взглядъ, что желѣзные соли дѣйствуютъ на рыбъ вреднымъ образомъ именно благодаря выдѣленію въ жабрахъ гидрата окиси.

По мнѣніямъ авторовъ вредное дѣйствіе обнаруживается при содержаніи 500 млгрм. 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	млгрм.	— на литръ
Соляной кислоты	49,75—51,10	"	" "
Извести	— 23	"	" "
Мышьяковистой кислоты	74,4—136,4	"	" "

Ј. König и Е. Haselhof²⁾ цѣлымъ рядомъ прекрасныхъ опытовъ, произведенныхъ ими въ двухъ акваріумахъ надъ линями 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 магр. 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.
Сѣрнокислаго аммонія	.	.	0,4—1	грм.
Хлористаго натрія	.	.	15,0	.
Хлористаго кальція	.	.	7,0—8,0	.
Хлористаго марганца	.	.	7,0—8,0	.
Калійныхъ квасцовъ	.	.	300	магрм.
Хромовыхъ	.	.	230	.
Пикриновой кислоты	.	.	50	.
Мѣднаго купороса (CuSO ₄ + 5 H ₂ O)	.	.	8—12	.
Желѣзнаго купороса	.	.	15—24	.
Несомнѣнное при	.	.	40—50	.
50 магрм. амміака на литръ воды убили большую форель только по истеченіи 50 минутъ, 100 же магрм. — по истеченіи 45 минутъ.				

Мѣдный купоросъ по взглядамъ Haselhofa и Kõpig'a¹⁾, 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 Weigelt'a²⁾, которая экспериментальными физиологическими опытами надъ форелями и линями устанавливаетъ предѣлы вредности цѣлаго 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, Weigel t 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 оставлялись 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. Weigel t 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 (H ₂ CaO ₂) 0,07 . . . грм.	Форель	По истеченіи 26 минутъ смерть.
„ 0,03 „ „ „	„	„ 44 „ сильное возбужденіе.
Соли (Na ₂ CO ₃ +10H ₂ 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 (Na ₂ 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.

Хлориновой извести	0,0005	грам.	Форель	послѣ 3 часовъ смерть.
Соляной кислоты (HCl)	0,1	.	.	сейчасъ же дѣйствіе; послѣ 4 ми- нутъ боковое положеніе.
Сѣрной кислоты (H ₂ SO ₄)	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.
Сѣроводорода	10	млгрм.	.	въ 5 минутъ положеніе на спинѣ.
Амміака	50	.	.	черезъ 44 минутъ смерть.
Мышьяков. кислоты	1	грам.	.	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-калиевой соли	0,2	.	.	черезъ 46 минутъ дѣйствуетъ.
Хромовыхъ квасцовъ	1	.	.	черезъ 5 мин. боковое положеніе.
Аммонійныхъ квасцовъ	1	.	.	немедленное дѣйствіе.
Калиевыхъ квасц., кристал.	1	.	.	черезъ 10 мин. боковое положе- ніе, 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	грам.	Форель	Черезъ 2 часа дѣйствіе.
Хлористаго натрія	10	.	.	Черезъ 2 часа слабое дѣйствіе.
Желѣзнаго купороса	0,1	г	Семга	Послѣ двухъ часовъ смерть;
FeSO ₄ . 7H ₂ O	1	.	.	для лосося черезъ 3½ и для форели чр. 5 час. смерть
.	0,05	.	Форель	Послѣ 16 часовъ безъ вліянія.
Хлорнаго желѣза	1	.	.	Черезъ 3 минутъ боковое поло- женіе.
Хлористаго марганца	1	.	.	Немедленно дѣлается безпокой- ной.
Ціанистаго калия	0,005	.	Линь	Черезъ 73 минуты сильное дѣй- ствіе.
Роданистаго аммонія	0,1	.	Форель	Послѣ 1 часа безъ вліянія.
Карболовой кислоты	0,05	.	Линь	Черезъ 3 мин. дѣйствіе; черезъ 1 часъ смерть.
.	0,005	.	Форель	Черезъ 15 минутъ безпокойство
Мыла (непрофильтр).	1	.	Линь	Черезъ 1½ часа смерть; форель живетъ.
(профильтров).	1	.	.	Дѣйствія не оказываетъ.

Болѣе важными однако являются для предстоящей ра-
боты опыты Weigelt'a¹⁾, которые онъ производилъ съ до-

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

машней сточной жидкостью; онъ является единственнымъ изслѣдователемъ, который пытался выяснитъ вліяніе канализаціонной жидкости на рыбы экспериментальными опытами на нихъ. Weigel't собиралъ сточныя жидкости своего собственнаго хозяйства (5 взрослыхъ и 3 дѣтей), причемъ за день набиралось на человѣка по 11,5 литровъ домашней сточной жидкости. Такъ какъ по проф. Мюллеру на каждого человѣка приходится за день 100 литровъ сточной воды, а при сплавной канализаціи даже по 150 литровъ, то Weigel't, соотвѣтственно 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 „Haußsprüjjauche“, жидкость же В, со включеніемъ человѣческихъ изверженій, посредствомъ слова „Sprüjjauche“. Обѣ жидкости употреблялись для опытовъ послѣ 8-ми дневнаго броженія и въ неразведенномъ видѣ быстро достигли у крупныхъ Форелей предѣла сопротивленія. Затѣмъ Weigel't 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 фекальныя 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 повидимому рѣзвыми, однако же и при послѣднихъ опытахъ, при концентраціи

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; „Обѣ сточныя жидкости 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. Хлопкинъ¹⁾, Provensal, Humboldt, Grehan, И. Купцисъ²⁾, Норре-Seyleg и С. Дунканъ³⁾ доказали, что рыбы довольно свободно могутъ жить въ водѣ относительно бѣдной кислородомъ. Норре-Seyleg и С. Дунканъ, производившіе опыты надъ линьями и форелями, наблюдали слѣдующее вліяніе 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 дышатъ, 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 лежатъ на боку.

Naselhof и Köpzig⁴⁾ также производили въ этомъ

1) Г. В. Хлопкинъ. Сборн. работъ Гигіенич. 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.“

направлені 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. Nitsche¹⁾ и C. Weigelt доказали цѣлымъ рядомъ опытовъ вредное вліяніе 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 Weigelt'a, 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.

Kämpeger²⁾ производилъ опыты съ газовой водой, служащей для заправки газоваго 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 заправленной 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. Хлопинъ¹⁾ исчисляетъ потерю, наносимую волжской рыбопромышленности, въ 25 миллионовъ рублей ежегодно, если загрязненіе Волги нефтью будетъ продолжаться и дальше. Само собою 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, бывший весьма запутаннымъ.

Никольскій²⁾ предпринялъ свои опыты въ Астрахани, въ 1893 г.; изъ нихъ онъ вынесъ убѣжденіе, что нефть не можетъ считаться вредной для рыбъ.

Чермакъ³⁾ въ Самарѣ въ 1895 году доказалъ болѣе точными опытами, что насыщенная нефтью вода неминуемо влечетъ за собою смерть рыбъ, причѣмъ болѣе взрослые и болѣе крупные экземпляры оказываютъ большее сопротивленіе, чѣмъ молодые.

Арнольдъ⁴⁾ 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 биологической 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 Никитинъ¹⁾ 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. Хлопинъ²⁾ во второй работѣ пришелъ къ заключенію, что только углеводороды и ихъ дериваты влекутъ за собой смерть рыбъ.

И. Купцисъ³⁾ изолировалъ отдѣльные углеводороды, что бы установить, какіе изъ нихъ обладаютъ ядовитостью; при этомъ онъ нашелъ, 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 заключаетъ въ себѣ, строго говоря, 3 отдѣла: Химическій анализъ нѣкоторыхъ фабричныхъ сточныхъ водъ и трехъ пробъ городской сточной воды; опыты въ акваріумѣ, состоящіе изъ цѣлаго ряда экспериментовъ надъ рыбами съ означенными сточными водами; затѣмъ изслѣдованіе загрязненія Эмбаха принятіемъ 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 соотвѣтственной сточной жидкости, а изслѣдованіе загрязненія воды въ Эмбахѣ городскими отбросами я помѣстилъ въ концѣ въ отдѣльной главѣ.

Попытка на экспериментальной почвѣ представить доказательства 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 акваріумѣ, 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 условій, необходимыхъ для нормальнаго существованія рыбъ, которыя онѣ въ избыткѣ находятъ готовыми въ каждой протекающей рѣчкѣ, въ какомъ угодно озеркѣ или вообще въ любой проточной водѣ. Низшіи животный и растителный 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 рѣки въ акваріумъ 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 подлѣжащихъ 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 казалось были для нихъ самой желательной пищей, однако же мнѣ часто приходилось наблюдать, что рыбы въ акваріумахъ 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; мнѣніе это также вполне, опровергается работами проф. Хлопина и Купцова также и настоящей работой. Я держалъ рыбу изъ Эмбаха въ нашей водопроводной водѣ, имѣющей другой химическій 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 аквариумѣ 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 вполне свыклись съ этой водой, съ ними были произведены опыты, причемъ 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 аквариумѣ для опытовъ, были поставлены въ такія же условія, но только въ контрольный аквариумъ 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 аквариумъ, 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 проявлялъ 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>	— Лесть	— 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 аквариумахъ. Аквариумы вмѣщали въ себя 120 литровъ воды; длиною 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. Х л о п и н ъ былъ любезенъ прислать мнѣ сточную

воду чугунно-литейнаго завода изъ Уфимской губерніи, но мысль прислать сточную воду издалека 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 Юрьевѣ 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 начатые Weigelt'омъ опыты и экспериментальнымъ путемъ установить дѣйствіе сточной жидкости на рыбъ. Если послѣдній матеріалъ былъ въ моемъ распоряженіи въ любомъ количествѣ и я его могъ получать когда и гдѣ угодно, то полученіе 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 концентрации; возможно также, что мнѣ вообще былъ бы воспрещенъ доступъ на фабрику.

Изслѣдованныя 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 воспринимается 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.

Изслѣдованіе сточныхъ водъ происходило въ слѣдующемъ порядкѣ:

- A. Сточная вода городского газоваго завода.
- B. Сточная вода чугунно-литейнаго завода изъ Уфимской губерніи.
- C. Сточная вода дрожжевой фабрики.
- D. Городская сточная вода.

Этого самаго порядка я и буду придерживаться при изложеніи объ 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 подѣ моимъ личнымъ наблюденіемъ.

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

нымъ 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 акваріумахъ; если оказывалось необходимымъ сохранить на нѣкоторое время сточную воду, то она ставилась въ погребъ, чтобы по возможности предупредить разложене воды.

Методы количественнаго опредѣленія.

Химическій анализъ сточныхъ водъ въ большинствѣ случаевъ я производилъ по методамъ, указаннымъ J. König'омъ¹⁾, Farnsteiner'омъ²⁾ въ ихъ учебникахъ специально для изслѣдованія сточныхъ водъ; кромѣ того я часто пользовался учебниками Fresenius'a³⁾, Fr. Mohr'a⁴⁾, K. Lehmann'a⁵⁾, Gärtner-Tiemann'a⁶⁾. 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 предоставлялъ 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. König. „Die Untersuchung landwirtschaftlich u. gewerblich wichtiger Stoffe“. Praktisches Handbuch. 1898.

2) Farnsteiner, Buttner 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 Titrimethode“. 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 накаливался на Бунзеновской горѣлкѣ при слабомъ краснокалильномъ 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 накаливался и платиновый тигль, послѣ охлажденія въ эксикаторѣ, взвѣшивался. Зола (остатокъ) минусъ зола фильтра указываетъ содержаніе минеральныхъ нелетучихъ веществъ; остатокъ послѣ прокаливанія + фильтръ, вычтенные изъ общаго вѣса передъ накаливаніемъ, 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 эксикаторъ и взвѣшивался. Послѣ того какъ такимъ образомъ опредѣлено было общее количество раствореннаго вещества, остатокъ обугливался при слабомъ краснокалильномъ жарѣ, затѣмъ накаливался 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 маленькій фильтръ съ известнымъ содержаніемъ золы въ стаканчикъ и фильтръ промывать кипящей дистиллированной водой. Затѣмъ остатокъ вмѣстѣ съ фильтромъ вносился опять обратно въ чашку, еще разъ накаливался, 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 фильтратъ и

промывная вода, сгущались на водяной банѣ и остатокъ осторожно накаливался на Бунзеновской горѣлкѣ, затѣмъ охлаждался и взвѣшивался. Изъ вѣсовой разности до и послѣ накаливанія опредѣлялись вещества огнеупорныя, а также и летучія.

Общее содержаніе азота опредѣлялось по методу Kjeldahl'я, модифицированному Wilfarth'омъ, введенному проф. Хлопнинымъ¹⁾ при изслѣдованіи сточныхъ водъ. 200 куб. сант. сточной воды подкислялись сѣрной кислотой выпаривались на водяной банѣ 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 затѣмъ еще прибавлялось небольшое количество — 0,5—1,0 металлической ртути.

Жидкость нагревалась сначала слабо, затѣмъ 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 содержаніе сѣроводорода было бы при дальнѣйшихъ дѣйствіяхъ замѣтной помѣхой, то жидкость нагревалась, пока запахъ сѣроводорода не былъ больше ощутимъ. Весь азотъ превра-

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

щается при этомъ процессъ въ кислый сѣрнокислый аммоній. Послѣ совершеннаго охлажденія жидкости прибавляли небольшое количество хорошо прокаленного талька, чтобы предотвратить толчки жидкости, затѣмъ 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 соотвѣтствуетъ 0,0014 азота.

Содержаніе азота въ взвѣшенныхъ въ водѣ веществахъ опредѣлялось либо косвеннымъ образомъ, причемъ опредѣлялось сначала содержаніе азота въ профильтрованной сточной водѣ, а затѣмъ 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 значительно; 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. фильтрованной сточной воды перегонялись въ Erlenmeyer'овской колбѣ послѣ прибавленія прокаленной окиси магнезіи. Перегонъ собирали въ пріемникъ съ титрованной сѣрной кислотой и послѣднюю обратно титровали съ нормальной натронной щелочью.

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

Присутствіе азотистыхъ веществъ доказывалось при помощи іодистаго калия и крахмальнаго клейстера, Органическій 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'омъ¹⁾ и Farnsteiner'омъ²⁾ 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 отверстіями; черезъ одно отверстіе проходитъ трубка холодильника, черезъ это же отверстіе отводится освобожденная углекислота; среднее отверстіе имѣетъ шарообразную воронку съ стекляннымъ краномъ, для вливанія сѣрной кислоты и раствора хромовой кислоты, не вынимая каучуковой пробки; черезъ третье отверстіе проходитъ стеклянная трубка, доходящая до дна, служащая для притока воздуха и находящаяся въ соединеніи съ Vagrentrapp-Will'евской шарообразной трубкой; послѣдняя наполнена калийной щелочью для задерживанія углекислоты притекающаго снаружи 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 сѣроводорода. Дальше слѣдуетъ Либиховскій кали-аппаратъ, въ которомъ поглощается углекислота. Ко-

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

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

нець 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 просасываетъ 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 маленькій фильтръ. 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-аппаратѣ. 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 вѣсѣ кали-аппарата показывала количество поглощенной углекислоты.

Опредѣленіе у г л е р о д а 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 соединеній 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 асбестовый фильтръ, остатокъ промывался небольшимъ количествомъ дистиллированной воды и вмѣстѣ съ асбестовой массой вносился въ колбу. У городской сточной воды, гдѣ количество взвѣшеннаго вещества было значительно, послѣднее осаждалось хлорнымъ желѣзомъ и уксуснокислымъ натріемъ и послѣ высушиванія точно взвѣшенное количество вносилось 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 находится углекислаго кальція или магнія. 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 пропусканіи 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 сѣр о в о д о р о дъ 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. Сѣроводородъ 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 поглощенного сѣроводорода.

О п р е д ѣ л е н і е х л о р а 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., причемъ 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. Зола фильтра предварительно смачивали азотной кислотой, затѣмъ нѣсколькими каплями соляной кислоты; послѣ удаленія кислотъ слабымъ нагрѣваніемъ, прибавляли собранное на часовое стеклышко хлористое серебро и тигль сильно прокаливали; по охлажденіи въ эксикаторѣ, хлористое серебро взвѣшивали.

Ф о с ф о р н а я к и с л о т а. 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-

миачной 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, удѣльнаго вѣса 0,925, и послѣ охлаждения прибавлялась по каплямъ при помѣшиваніи магнезіальная смѣсь (20 грм.). Затѣмъ еще прибавлялся неразведенный амміакъ (приблизительно $\frac{1}{4}$ общаго объема). Осаждающийся мелкозернистый кристаллическій осадокъ фосфорнокислой аммонійно — магнеіевой 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 магнеіа. Количество послѣдней, умноженное на 0,639, указывало содержание P_2O_5 .

Для опредѣленія кремневой кислоты, сѣрной кислоты, окиси желѣза и аллюминія, а также кальція и магнеіа, выпаривалось 250—500 куб. сант. фильтрованной сточной воды, остатокъ прокаливался при слабомъ красно-кальномъ жарѣ и сгораніе 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 $\frac{1}{5}$ 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 оставлялся стоять на 12 часовъ. Затѣмъ прозрачная находящаяся надъ осадкомъ, жидкость отфильтровывалась черезъ шведскій фильтръ съ извѣстнымъ содержаніемъ зола, осадокъ повторной декантацией промывался горячей водой до полного исчезновенія хлорной реакціи и наконецъ смывался на фильтръ. Послѣ высушиванія осадокъ сѣрноокислаго барія вносился въ платиновый тигль; фильтръ сжигался въ платиновой спирали, золу его соединяли съ осадкомъ въ тигль, послѣдній прокаливался и, послѣ охлажденія въ эксикаторѣ, взвѣшивался. Каждый миллиграммъ сѣрноокислаго барія давалъ 0,3434 SO_3 для соотвѣтственнаго 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 переходила въ слабо кислую.

Осадокъ, образующійся при слабомъ нагрѣваніи, быстро отфильтровывался и хорошо промывался, вмѣстѣ съ фильтромъ высушивался, прокаливался и взвѣшивался. По вычитаніи зола фильтра получалась количество Fe_2O_3 и Al_2O_3 . Въ присутствіи фосфорной кислоты, послѣдняя также при этимъ выделялась, 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. Такъ какъ содержаніе фосфорной кислоты въ водѣ всегда опредѣлялось уже раньше, то фосфорную кислоту отсчитывали отъ вышеозначенной суммы и такимъ образомъ получалось количество $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$.

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 магнѣзій. 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 $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$, 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. Хлопина¹⁾ по своей простотѣ и легкости выполненія, 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 то обстоятельство, что кислородъ сейчасъ же послѣ взятія пробы на мѣстѣ можетъ быть связанъ безъ того, чтобы требовалось немедленное изслѣдованіе въ лабораторіи. Мѣшающее ходу опредѣленія кислорода вліяніе, оказываемое азотистокислыми солями, въ случаѣ ихъ присутствія въ водѣ, устранялось по К. В. L e h m a n n'у и F i t z a u 'у) редуkcіей ихъ въ азотъ. Сейчасъ же по взятіи пробы, если въ водѣ обнаруживалось присутствіе нитритовъ, прибавлялось незначительное количество 10% раствора мочевины и такое же количество 25% сѣрной кислоты и оставлялось на нѣсколько часовъ стоять, пока не произошла редуkcія нитритовъ въ азотъ. Тогда опредѣленіе кислорода могло быть произведено по W i n k l e r'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 калия и соляной кислоты, то образуется опять хлористый марганецъ и количество іода, эквивалентное кислороду. Количество іода титруютъ съ $\frac{1}{100}$ -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°t и 760 mm. давленія.

По W i n k l e r'у реакція протекаетъ слѣдующимъ образомъ ²⁾:

1. $2\text{MnCl}_2 + 4\text{NaHO} = 4\text{NaCl} + 2\text{Mn}(\text{OH})_2$.
2. $2\text{Mn}(\text{OH})_2 + \text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{Mn}(\text{OH})_3$.
3. $2\text{Mn}(\text{OH})_3 + 6\text{HCl} = 2\text{MnCl}_3 + 6\text{H}_2\text{O}$.
4. $2\text{MnCl}_3 + 2\text{KJ} = 2\text{MnCl}_2 + 2\text{KCl} + 2\text{J}$.

1) К. В. L e h m a n n. „Die Methoden der prakt. Hygiene“. 1901, pag. 227.

2) Г. В. Х л о п и н ъ. „Способъ и приборы для опредѣленія кислорода

Слѣдующіе реактивы необходимы для выполненія опредѣленія.

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 дестилированной 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 бутылки; 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. Послѣдній растворъ былъ приготовленъ соотвѣтственнымъ разведеніемъ $\frac{1}{10}$ -нормальнаго раствора сѣрноватистокислаго натрія дестилированной водой. $\frac{1}{10}$ -нормальный растворъ готовился 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 водой и титръ послѣдняго раствора устанавливался по раствору, содержащему опредѣленное количество $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Растворъ двухромовокислаго калия содержалъ 4,9 выкристаллизованнаго, химически чистаго, высушеннаго при 100°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 Гигіенич. Лабораторіи Юрьевскаго Университета. Вып. I. 1902. стр. 2.

кой 10 куб. сант. раствора двуххромовокислого 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 ¹⁾.

1. $K_2Cr_2O_7 + 6KJ + 7H_2SO_4 = Cr_2(SO_4)_3 + 4K_2SO_4 + 7H_2O + 6J.$
2. $2(Na_2S_2O_3 + 5H_2O) + 2J = Na_4S_4O_6 + 2NaJ + 10H_2O.$

Какъ только растворъ при прибавленіи сѣрноватистокислаго натрія дѣлался блѣдно желтымъ, прибавлялось 100 куб. сант. дистиллированной 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 соотвѣтственно разбавлялся дистиллированной водой.

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

А. Сточная вода городского газового завода.

Сточная вода свѣтильнаго 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, проникательный, весьма непріятный запахъ находящихся въ ней летучихъ соединений, высокая ядовитость ея составныхъ частей, уже а priori заставляють считать спускъ образующихся при фабрикаціи свѣтильнаго газа стоковъ въ проточную воду крайне нежелательнымъ. Санитарныя неудобства, а также тѣ опасности, которыя можетъ вызвать загрязненіе воды стоками завода свѣтильнаго газа, во всякомъ случаѣ заслуживаютъ такого же вниманія, какъ и вредъ, могущій возникнуть, благодаря такому загрязненію рѣки, для рыбоводства.

При процессѣ фабрикаціи свѣтильнаго газа изъ каменнаго угля образуются слѣдующіе продукты разложенія: свѣтильный газъ, смола, коксъ и содержащая амміакъ вода; послѣдняя называется просто газовой водой и составляетъ главную массу сточной воды при фабрикаціи свѣтильнаго газа. Газовая вода отчасти образуется уже въ пріемникѣ, 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'ахъ“, которые служатъ для удаленія амміака изъ газа мокрымъ путемъ, и одновременно съ тѣмъ удаляютъ сѣроводородъ и углекислоту изъ газа.

Въ Берлинскихъ газовыхъ заводахъ ¹⁾ при помощи Scrubber'a удаляютъ почти все количество амміака изъ свѣтильнаго газа; газъ содержащій до прохода 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, спеціально сѣрнокислоа аммонія, хлористаго аммонія и т. д., впослѣдствіи 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 Musspratt'y ²⁾ главные составныя части газовой воды слѣдующія:

Углеамміачныя соли	
Сѣрнистый аммоній	(NH ₄) ₂ S.
Кислый сѣрнистый аммоній	NH ₄ SH.
Хлористый аммоній	NH ₄ Cl.
Роданистый аммоній	NH ₄ CNS.
Ціанистый аммоній	NH ₄ CN.
Желѣзисто-синеродистый аммоній	4NH ₄ Fe(CN) ₆
Сѣрнокислый аммоній	(NH ₄) ₂ SO ₄ .
Сѣрнисто-кислый аммоній	(NH ₄) ₂ SO ₃ .
Сѣрноватисто-кислый аммоній . . .	(NH ₄) ₂ S ₂ O ₃ .
Уксусно-кислый аммоній	NH ₄ C ₂ H ₃ O ₂ .
Свободный амміакъ	NH ₃
Азотъ содержащ. основанія (амины).	

1) Musspratt. Encyklopädisches Handbuch der Technischen Chemie. Bd. V., pag. 451.
2) Ibid pag. 335.

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

Газовая вода одной англійской фабрики имѣла по D u - s o n 'у ¹⁾ слѣдующій составъ:

Общее количество амміака	—	20,45	грм.
Общее количество сѣры	—	3,92	"
Сѣрнистый аммоній	—	3,03	грм. соотвѣтств. 1,01 грм. амміака
Углекислый "	—	39,16	" " 13,87 " "
Хлористый "	—	14,23	" " 4,52 " "
Роданистый "	—	1,80	" " 0,40 " "
Сѣрноокислый "	—	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. Applayard и P. Kay ²⁾ даютъ слѣдующій составъ газовой воды на литръ:

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

1) M u s s p r a t t. „Encyclopädisches Handbuch der Technischen Chemie“. Bd. V, pag. 371.
2) J. K ö n i g. „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 ¹⁾ нашель въ трехъ различныхъ газо-
выхъ водахъ на литръ:

	1)	2)	3)
Сѣрноватисто-кислаго натрія	— 0,1036 грм.	— гр.	— гр.
„ аммонія	—	0,1628 „	0,5032 „
Сѣрнистаго аммонія	— 0,0340 „	0,0646 „	0,6222 „
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. Ness-
ler'a и R. Hoffmann'a ²⁾ 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 газового за-
вода и по даннымъ, которыя представили мнѣ на заводѣ, должна
была представлять 15 кратное разведеніе газовой воды. Сточ-
ная вода была свѣтложелтаго цвѣта, довольно прозрачна;
пахла она такъ отвратительно, что болѣе долгое пребываніе
въ помѣщеніи, гдѣ я производилъ съ ней свои анализы, дѣла-
лось почти невозможнымъ. Не смотря на то, что я работалъ
съ крайней 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, головокруженій. При анализѣ оказалось, что сточная вода содержала 0,6% амміака, что, предполагая высшее содержаніе 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 нашелъ слѣдующія количества въ граммахъ:

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

Чтобы получить приблизительный обзоръ и чтобы имѣть возможность сравнить изслѣдованную мною сточную воду съ таковою Арплаугд'а и Кау'а, а также Герлаш'а и Дусон'а, 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 ₃	=
Сѣрнокислаго аммонія	— 0,043 "	0,011 "	= 0,010 сѣры
Сѣрнистокислаго 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 "	=

Желѣзисто-синеродист. амм.	— 1,190 грм.	$0,285 \text{ NH}_3 =$
Свободнаго амміака	— 0,238 „	$0,238 „ =$
Аммонійныхъ соедин. всего	— 17,956 „	$6,018 \text{ NH}_3 = 3,016 \text{ сѣры}$

Амміакъ, связанный съ углекислотой, сѣроводородомъ и ціанистымъ водородомъ, обозначаютъ летучимъ амміакомъ; послѣдній можно получить простой перегонкой. Амміакъ остальныхъ соединений 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 соединений, я поступилъ по даннымъ Muspratt¹⁾ и Post²⁾ методамъ для анализа газовой воды.

Летучій амміакъ. 25 куб. сант. сточной воды перегонялись и перегнанный амміакъ собирался въ пріемникъ нормальной сѣрной кислотой; послѣдняя обратно титровалась нормальной щелочью и по израсходованіи сѣрной кислоты вычислялось количество амміака; 1 куб. сант. = $0,017 \text{ NH}_3$. 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 ; $6,018 - 4,481 = 1,537 \text{ NH}_3$ нелетучаго амміака на 1 литръ. Связанный съ углекислотой и сѣроводородомъ 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 выдѣлившагося углекислаго барія. 50 куб. сант. фильтрата титро-

1) Muspratt. 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. 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 смѣшивались съ хлористымъ баріемъ и нейтральнымъ сѣрнокислымъ марганцемъ, — разводились до 100 куб. сант. и прозрачная жидкость отфильтровывалась отъ выдѣленнаго сѣрнистаго марганца и углекислаго барія и 50 куб. сант. фильтрата титровались съ нормальной сѣрной кислотой. Найденное при этомъ количество амміака — 0,238 грм. указываетъ количество свободного амміака. Если сложить количество амміака, связаннаго съ углекислотой, съ количествомъ свободного амміака и вычесть эту сумму изъ общаго количества летучаго амміака, то получимъ количество амміака связаннаго съ сѣроводородомъ:

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

1,181 грм. амміака, связаннаго съ сѣроводородомъ.

0,238 „ свободного 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 нагревалась на азбестовой тарелкѣ и прибавлялся небольшой избытокъ соляной кислоты. Нагреваніе 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 смѣшивались 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 прокаливаніи 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.

Сѣроводородъ 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 смоченныя растворомъ сѣрнокислой мѣди кусочки пемзы нагрѣвались при 150° С. въ теченіе 4 часовъ. Въмѣсто Peligot'овской трубки, съ концентрированной сѣрной кислотой, употреблялась еще одна трубка съ хлористымъ кальціемъ, чтобы сѣроводородъ лишить влажности. Прибыль въ вѣсъ поглотительной трубки прямо указывала количество сѣроводорода = 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 HCl и растворъ выпаривался до-суха. Остатокъ смачивался сѣрной кислотой, соляная кислота нагрѣ-

ваніємъ 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 ціанъ въ видѣ ядовитыхъ соединеній кромѣ желтой соли я пользовался Jacquemіn'овскимъ ¹⁾ способомъ. Natrium bicarbonicum въ не особенно большомъ количествѣ прибавлялся къ части сточной воды; перегонку производили осторожно при слабомъ нагреваніи въ 55° C; только незначительные слѣды переходили въ перегонъ.

Сѣрнисто-кислый, а также сѣрноватисто-кислый аммоній, опредѣлялся по предложенному Grossmann'омъ ²⁾ способу. Такъ какъ однако сточная вода содержала сѣрнистыя соединенія, которыя могли бы затруднять 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 объѣмъ сточной воды послѣ окисленія бромной водой; изъ общаго количества полученной въ результатѣ 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 пріемникъ 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 фильтр. Послѣ промыванія его водой до нейтральной реакціи, фильтр высушивался, сперва при 80°C, 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 подѣ 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 акваріумахъ; 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 соответственное 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 погибали, то я особенно точно отмѣчалъ продолжительность сопротивленія, т. е. время необходимое для наступленія бокового положенія, потому что здѣсь безусловно важенъ каждый моментъ, такъ какъ съ потерю 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. К ä m p e r вѣ 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, причемъ, 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. рыбь.	Длина рыбь.	Вѣсъ рыбь.	Температура воды для опыта въ ° С.	Количество кислорода на 1 литръ въ куб. сант.	Время.	I опытъ.	
					ч. м.	Разведение сточной воды водопроводной водой — 1 : 5. Начало опыта 26 Апрелья въ 5 час. пополудни. Количество воды — 5 литровъ.	
Плотва I.	10,5 см.	9,5	7° С.	6,90	5 ч.	Плотва I.	Плотва II.
					5 ч. 2	Безпокойно пла- ваетъ въ разныхъ направлен. и вдругъ однимъ взмахомъ бросается на по- верхность воды.	Тоже безпокойно плаваетъ въ водѣ.
					5 ч. 3	Ложится на бокъ. Ложится брюхомъ вверхъ.	Падаетъ на бокъ, сейчасъ же поворачи- вается брюхомъ вверхъ, въ какомъ положеніи и оста- ется на днѣ банки. — Сильно судорож- ныя движенія.
					5 ч. 4	Лежить брюхомъ вверхъ; тоже силь- ныя судороги.	
					5 ч. 5	Обѣ рыбы вдругъ въ нормальномъ по- ложеніи бросаются на поверхность воды.	
					5 ч. 6	Падаетъ назадъ; плаваетъ брюхомъ вверхъ на поверх- ности воды.	Высовывается нѣ- сколько разъ до половины туловища надъ поверхностью.
					5 ч. 10	Лежить брюхомъ вверхъ на днѣ со- суда; сильныя су- дорожныя движенія тѣла.	
					5 ч. 12	Неподвижно ле- житъ брюх. вверхъ съ широко раскры- тымъ ртомъ.	Плаваетъ брюхомъ вверхъ на поверх- ности воды, сильныя судорожн. движенія тѣла; также широко раскрыв. ротъ.
					5 ч. 20	Очень слабо ды- шитъ.	† Смерть.
					5 ч. 22	Смерть †.	
Плотва II.	10 см.	7,5		6,05	5 ч. 20	Очень слабо ды- шитъ.	† Смерть.
						Черезъ 2 минуты. " 22 "	Черезъ 3 минуты. " 20 "
Потери равновѣсія :							
Смерть наступаетъ :							

Наименован. рыба.	Длина рыбъ.	Вѣсъ рыбъ.	Температура воды для опыта въ ° С.	Количество кислоро- за на 1 литръ въ куб. сант.	Время. ч. м.	II опытъ. Развѣденіе сточной воды газоваго за- вода водопроводной водой — 1 : 10. Количество воды — 5 литровъ. Начало опыта 26 Апрѣля въ 10 ч. 26 мин.	
Окунь.	10 см.	17,0	6,5° С.	7,0	10 ч. 26	Окунь.	Плотва.
					10 „ 28	Стремительно пла- вать на поверхно- сти воды.	Стремительно пла- вать на поверхно- сти воды.
					10 „ 36	Плаваеъ брю- хомъ вверхъ и по- гружается на дно сосуда.	Лежитъ на днѣ сосуда, дышетъ едва замѣтно.
					10 „ 38	Смерть †.	Ложится на бокъ.
					10 „ 46		Поднимается вне- запно на поверх- ность.
Плотва.	11 см.	20,0		5,40	10 „ 50		Бросается брю- хомъ вверхъ и въ такомъ положеніи плаваеъ на поверх- ности воды, сильн. судорожныя движе- нія тѣла.
					10 „ 56		Смерть †.
					Черезъ 10 мин. „ 12 „		Черезъ 12 мин. „ 30 „
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.		III опытъ. Разведеніе сточной воды газоваго завода водопроводной водой 1 : 100. Количество воды 5 литровъ. Начало опыта 26 Апрѣля въ 10 час. 12 мин. утра.	
					ч.	м.		
Окунь.	12 см.	23,0	6,50 С.	7,0	10 ч. 12		Окунь.	Плотва.
					10 , 15		Обѣ рыбы безпокойно плаваютъ въ водѣ.	
					10 , 17		Повышенные рефлексы.	
					10 , 20		Лежить брюхомъ вверхъ.	Бросается брюхомъ вверхъ около окуня.
					10 , 22		Едва замѣтно дышетъ.	
Плотва.	10 см.	17,0			10 , 27		Смерть †.	Слабо дышетъ.
					10 , 32			Сильныя судорожныя движенія тѣла.
					10 , 37			Судороги продолжаются.
					10 , 42			Внезапно поднимается на поверхность воды, быстро плаваетъ въ водѣ въ разныхъ направленіяхъ и наконецъ опускается обратно на дно.
					11 , —			Дышетъ едва замѣтно.
				5,50	11 , 22		Смерть †.	
Потеря равновѣсія : Смерть наступила :					Черезъ 8 минутъ . 15 .		Черезъ 8 минутъ . 1 ч. 10 м.	

Наименован. рыбъ.	Длина рыбъ.	Вѣсъ рыбъ.	Температура воды для опыта въ °С.	Количество кисло-рода на 1 литръ въ куб. сант.	Время.	IV опытъ.	
					ч. м.	Разведеніе сточной воды газоваго завода водопроводной водой — 1 : 500. Количество воды 5 литровъ. Начало опыта 28 Апрѣля въ 8 час. 5 мин. утра.	
Окунь.	13 см.	18,0	6° С.	6,9	8 ч. 5	Окунь.	Плотва.
					8 „ 10	Спокойно плаваеъ на днѣ сосуда.	Рѣзко плаваеъ въ водѣ.
					8 „ 13	Дѣлаеъ безпок. плаваеъ въ водѣ со- суда вездѣ и впер.	Дѣлаеъ безпо- койной.
					8 „ 15	Ложится на днѣ со- суда брюх. вверхъ.	
					8 „ 17	Подним. къ поверх., опять пад. обратно на дно, гдѣ остается брюхомъ вверхъ.	
Плотва.	12 см.	15,0	9° С.	3,6	8 „ 20	Сильн. судорогъ.	Стремительно бро- сается изъ стороны
					8 „ 22	Быстро плав. брюх. вверхъ на поверхн. воды.	въ сторону, дѣла- ется слабѣе и оста-
					8 „ 23	Лежитъ брюхомъ вверхъ на днѣ со- суда; сильн. судороги тѣла.	ется на поверхности, принимая иногда вертикальн. въ водѣ положеніе.
					8 „ 25	Слабо дышитъ, ши- роко открыв. ротъ и неподвижно ле- житъ на днѣ сосуда, только плавн. слабо дрожать.	Нарушеніе равно- рога вѣсія продолжается. Плотва повторно изъ нормальнаго поло- жения переходитъ въ вертикальн., быстро бросается на поверх. воды, но ослабѣвъ падаетъ голов. внизъ обрат. на дно сосуда.
					8 „ 30	Смерть †.	Принимаетъ по- вторно вертикаль- ное положеніе голо- вою внизъ.
					8 „ 40		Плаваеъ брюхомъ вверхъ, часто при- нимаетъ вертикаль- ное положеніе.
					9 „ —		Лежитъ неподвиж. на поверхн. воды; слабо дышетъ.
					10 „ 45	Черезъ 10 минутъ „ 25 „	Смерть †. Черезъ 17 минутъ „ 2 часа 40 м.
						Потеря равновѣсія: Смерть наступила:	

У Опыт.										
Разделение сточн. воды газового завода водопроводной водой. 1 : 1000. — Количество воды 50 литров. — Начало опыта 28 Апрель в 10 часов 30 минут.										
Наименован. рыб.	Длина рыб.	Весь рыб.	Температура воды для опыта в °С.	Количество кислорода на 1 литр в куб. сант.	Время.	Уклейка.	Окунь.	Плотва I.	Плотва II.	Щука.
					ч. м.					
Уклейка.	11 см.	8,0	9° С.	6,8	10 ч. 35	Беспокойно плав. на поверхн.	Лежит на днѣ акварія.	Спокойно плаваетъ вѣ водѣ.	Спокойно плаваетъ вѣ водѣ.	Держится на днѣ акварія.
					10 ч. 40	Повышенные рефлексы; мечется вѣ водѣ.	Поднимается на поверхность, жадно вбираетъ воздухъ.	Очень беспокойна; поднимается на поверхность и мечется вѣ водѣ.	Очень беспокойна.	
					10 ч. 42	Принимаетъ боковое положеніе.			Плаваетъ вѣ положеніи на боку.	Беспокойна.
					10 ч. 47	Плаваетъ короткое время вѣ нормальномъ положеніи, становится вдругъ вертикально головою внизъ и плаваетъ затѣмъ брюхомъ вверхъ на поверхности.	Выскакиваетъ изъ воды вѣ воздухъ и падаетъ обратно брюхомъ вверхъ.	Очень беспокойна.	На короткое время ложится брюхомъ вверхъ, но скоро опять плаваетъ вѣ нормальномъ положеніи и жадно вбираетъ вѣ себя воздухъ.	
					10 ч. 50	Опускается на дно, гдѣ остается на короткое время брюхомъ вверхъ.	Оправляется, но скоро повертывается на бокъ.		Плаваетъ медленно на поверхности, принимая иногда вертикальное положеніе.	Мечется быстро взадъ и впередъ, опускается на дно, но скоро поднимается опять на поверхность и жадно вбираетъ воздухъ.
					10 ч. 52		Выскакиваетъ головой изъ воды, но падаетъ обратно брюхомъ вверхъ.		Плаваетъ вѣ положеніи брюхомъ вверхъ и жадно вбираетъ вѣ себя воздухъ.	
					10 ч. 55	Вдругъ поднимается быстро на поверхность, но немедленно опускается на дно, гдѣ остается лежать неподвижно, замѣтно только легкое движеніе жаберныхъ крышекъ.	Плаваетъ на поверхности брюхомъ вверхъ, потомъ опускается на дно.	Жадно вбираетъ вѣ себя воздухъ.	Плаваетъ брюхомъ вверхъ; иногда принимаетъ однако вертикальное положеніе вѣ водѣ.	
					11 ч.		Лежитъ брюхомъ вверхъ на днѣ акваріума.	Находится на поверхности, вбирая воздухъ.	Плаваетъ на поверхности брюхомъ вверхъ.	Плаваетъ на поверхности вбирая вѣ себя воздухъ.
					11 ч. 7		Нѣсколько разъ кряду выскакиваетъ до половины изъ воды, падаетъ кувыркаясь головою внизъ, падаетъ вѣ воду и остается лежать на боку.	Нѣсколько разъ высовываетъ голову изъ воды.	Плаваетъ короткое время вѣ нормальномъ положеніи, однако скоро повертывается брюхомъ вверхъ.	Высовывается на половину изъ воды, бьетъ хвостомъ и жадно вбираетъ вѣ себя воздухъ.
					11 ч. 13		Лежитъ неподвижно брюхомъ вверхъ на днѣ, дышитъ слабо.	Отъ времени до времени принимаетъ вертикальное положеніе, наконецъ ложится на бокъ.	Плаваетъ то брюхомъ вверхъ, то вѣ вертикальн. положеніи.	
Щука.					11 ч. 15		Лежитъ брюхомъ вверхъ на днѣ; скоро однако поднимается на поверхность.	Лежитъ на днѣ, скоро однако поднимается на поверхность.		Нѣсколько разъ высовывается изъ воды, однако падаетъ обратно вѣ вертикальн. положеніи.
			9,5° С.		11 ч. 20		Высовывается до половины изъ воды, падаетъ обратно брюхомъ вверхъ и остается вѣ такомъ положеніи лежать на днѣ акваріума.	Высовывается до половины изъ воды, падаетъ обратно брюхомъ вверхъ и остается вѣ такомъ положеніи лежать на днѣ акваріума.	Находится вѣ положеніи брюхомъ вверхъ на поверхности.	Плаваетъ на днѣ частью брюхомъ вверхъ, частью на боку. Бросается изъ одного угла вѣ другой и наконецъ остается лежать вѣ вертикальномъ положеніи.
					11 ч. 30				Лежитъ брюхомъ вверхъ на днѣ акваріума.	
					11 ч. 45		Обѣ рыбы поднимаются на поверхность воды, но ослабѣвъ падаютъ обратно и остаются лежать на днѣ брюхомъ вверхъ.	Обѣ рыбы поднимаются на поверхность воды, но ослабѣвъ падаютъ обратно и остаются лежать на днѣ брюхомъ вверхъ.	Лежитъ брюхомъ вверхъ на днѣ акваріума.	
					12 ч. 50	Смерть ♀.			Изъ положенія брюхомъ вверхъ быстро поднимается на поверхность.	Вѣ томъ же положеніи.
			10° С.	5,7	1 ч. 20		Лежитъ брюхомъ вверхъ на днѣ; сильная судороги.	Поднимается на поверхность жадно вбирая воздухъ.		Судороги; медленно опускается изъ вертикальнаго положенія на дно, ложится на бокъ, изогнувъ туловище дугою.
					2 ч. 15		Смерть ♀.	Смерть ♀.	Смерть ♀.	(Вѣ 2 часа.) Лежитъ брюхомъ вверхъ — на днѣ акварія.
			10° С.	5,5	2 ч. 20				Смерть ♀.	Смерть ♀.
						Потеря равновѣсія: Смерть наступила:	Черезъ 12 минутъ. 2 ч. 20 м.	Черезъ 17 минутъ. 2 ч. 50 м.	Черезъ 43 минутъ. 3 ч. 30 м.	Черезъ 12 минутъ. 3 ч. 45 м.
									Черезъ 12 минутъ. 3 ч. 45 м.	Черезъ 45 минутъ. 3 ч. 50 м.

Наименован. рыбы.	Длина рыбъ.	Вѣсъ рыбъ.	Температура воды для опыта въ С. С.	Количество кислорода на 1 литръ въ куб. сант.	Время.		VI опытъ. Разведеніе сточной воды газоваго завода водопроводной водой — 1 : 2000. Количество воды 5 литровъ. Начало опыта 29 Апрѣля въ 4 ч. 15 мин.	
					ч.	м.		
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 беспокойнымъ и поднимается на поверхность воды.	
					4 „ 45		Очень беспокоенъ.	Лежитъ на днѣ, жадно вбирая воздухъ.
					6 „ —		На днѣ сосуда.	Тоже.
Плотва.	9 „	8,0	13° С.	4,5	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		Лежитъ неподвижно на днѣ.	
					12 „ „		Слабо дышитъ.	Лежитъ брюхомъ вверхъ на поверхности воды.
					2 „ 40		Принимаетъ боковое положеніе.	
					2 „ 45		Смерть †.	Смерть †.
					3 „ —			
					Потеря равновѣсія:		Черезъ 22 ч. 25 м.	Черезъ 15 ч. 50 м.
					Смерть наступила:		„ 22 „ 30 „	„ 22 „ 45 „

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

VIII опытъ.										
Разведеніе сточной воды газоваго завода водопроводной водой — 1 : 5000. — Количество воды 50 литровъ. — Начало опыта 28 Апрѣля 1903 г. 4 ч. 10 м.										
Наименован. рыбъ.	Длина рыбъ.	Вѣсъ рыбъ.	Температура воды для опыта въ °С.	Количество кислорода на 1 литръ въ куб. сант.	Время.	Окунь.	Плотва I.	Плотва II.	Плотва III.	Щука.
					ч. м.					
Окунь.	14 см.	25,0	9°С.	7,38	4 ч. 25	Всѣ три рыбы плаваютъ въ водѣ.			Безпокойна.	Лежить на днѣ.
					5 „ —	Безпокоенъ.			Очень безпокойна; бросается въ разныя стороны.	
			10°С.		6 „ 10	Опускается на дно акваріума.				
			11°С.		8 „ —	Лежить на днѣ.	Обѣ рыбы плаваютъ въ водѣ.			Лежить на днѣ.
Плотва I.	11 см.	17,0	11°С.	5,9	29/IV 9ч.ут.	Всѣ рыбы въ нормальномъ состояніи.				
					3 „ —	Опускается на дно акваріа, гдѣ остается лежать неподвижно до самаго вечера.			Поднимается на поверхность воды.	
			11°С.	5,1	8ч.веч.					
			11,5°С.	4,3	30/IV 8ч.ут.	Лежитъ неподвижно на днѣ акваріума.				
Плотва II.	9 см.	10,0								
					12 „ —	Безпокоенъ.				
					3 „ —	Бросается въ разныя стороны.				
					5 „ —	Очень безпокоенъ.				
Плотва III.	5 см.	6,0								
Щука.	17 см.	27,0	13,5°С.	3,2	8 „ —	Плаваеъ спокойно.	Тоже спокойно плаваютъ въ акваріумѣ.			На днѣ акваріума.
			13,4°С.	3,9	1/V 8ч.ут.	Всѣ рыбы повидимому совершенно здоровы.				
			14°С.	1	4 „ 10	Тоже.	Тоже.	Тоже.	Тоже.	
			Всѣ рыбы послѣ трехдневнаго пребыванія въ акваріумѣ были вынуты, такъ зывало на нихъ вліянія.					какъ разведеніе 1 : 5000 повидимому не ока-		

						IX опытъ.		
						Обыкновенная водопроводная вода, насыщенная свѣтлымъ газомъ (при 13,5° С. и 741,3 барометрич. давленія.)		
						Количество воды 5 литровъ.		
						Начало оп. 6 Мая 1903 г. 1 ч. 15 м.		
Наименован. рыбъ.	Длина рыбъ.	Вѣсъ рыбъ.	Температура воды для опыта въ °С.	Количество кислорода на 1 литръ въ куб. сант.	Время ч. м.			
Окунь.	11 см.	13,0			1 ч. 15	Окунь.	Плотва.	
						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 положеніе и сейчас же поворачивается брюхомъ вверхъ.
						1 . 20	Принимаетъ положеніе головой внизъ и плаваетъ затѣмъ брюхомъ вверхъ на поверхности воды; при этомъ судороги тѣла.	Плаваетъ брюхомъ вверхъ на поверхности воды; судороги тѣла.
Плотва.	11 см.	12,5			1 . 30	1 . 30	Лежитъ брюхомъ вверхъ на днѣ и однимъ движеніемъ поднимается на поверхность воды.	Лежитъ брюхомъ вверхъ на поверхности воды и слабо дышетъ.
						1 . 32	Смерть †.	Слабо дышетъ.
						1 . 45		
						2 . —		Смерть †.
16° С.						Черезъ 2 мин.	Черезъ 2 мин.	
Потеря равновѣсія: Смерть наступила:						. 17 .	. 45 .	

Наименован. рыбъ.	Длина рыбъ.	Вѣс. рыбъ.	Температура воды для опыта въ 0 С.	Количество кислорода на 1 литръ въ куб. сант.	Время.	Х опытъ.	
					ч. м.	Разведеніе насыщенной свѣтлѣн. газомъ воды чистой водопроводной водой 1 : 5. Количество воды 5 литровъ. Начало опыта 6 Мая 1903, 12 час. 35 мин.	
Плотва I.	11,5см.	14,0	13,5°С.	6,8	12ч. 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 брюхомъ вверхъ.
Плотва II.	10 см.	8,0			12 , 50	Опять принимаетъ нормальное положеніе, и мечется въ разныя стороны.	Опускается на дно, гдѣ остается лежать въ косоу на направленіи.
					12 , 55	Постепенно замедляетъ движенія; сильныя судороги тѣла,	Судорожныя движенія тѣла повторяются; ложится на бокъ и затѣмъ брюхомъ вверхъ.
					1 ,	Судороги безпрерыв. продолжаются.	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 †.
				5,9	4 , 10	Смерть †.	
	Потеря равновѣсія:				Черезъ 8 минутъ.	Черезъ 10 минутъ.	
	Смерть наступила:				„ 3 ч. 35 м.	„ 2 ч. 55 м.	

Наименован. рыбъ.	Длина рыбъ.	Вѣсъ рыбъ.	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 Т 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	Объ мечутся сначала въ разныя стороны и затѣмъ опускаются на дно.		
					3 „ 15	Объ безпокойно плаваютъ въ разныхъ направленіяхъ.		
					3 „ 20	Сильныя судороги тѣла.	Лежить на днѣ сосуда съ S образно изогнутымъ тѣломъ, слабыя судороги.	
					3 „ 25	Объ рыбы лежать рядомъ на днѣ сосуда.		
					3 „ 30	Поднимается на поверхность воды.	Лежить на днѣ сосуда.	
					3 „ 40	Плаваютъ на поверхности воды съ постоянными судорогами тѣла.	Безпокойно плаваютъ въ водѣ.	
			15° С.		3 „ 50	Падаютъ на бокъ и бросаются въ разныя стороны.	Сильныя судороги тѣла.	
			4 „ —		Опять плаваютъ 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 ложится брюхомъ вверхъ.	Плаваютъ въ косомъ положеніи на поверхности и подъ конецъ ложится брюхомъ вверхъ.		
			4 „ 10		Объ рыбы плаваютъ на поверхности брюхомъ вверхъ.			
Плотва II.	10 см.	8,5	15° С.	4,0	5 „ —	Объ рыбы слабо дышатъ, замѣтны легкія судороги всего тѣла.		
					5 „ 10	Смерть †.		
					5 „ 20	Смерть †.		
					Потеря равновѣсія: Смерть наступила:		Черезъ 40 минутъ. Черезъ 2 часа.	Черезъ 50 минутъ. Черезъ 2 ч. 10 м.

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

Наименов. рыбъ.		Длина рыбъ.	Вѣсъ рыбъ.	Температура воды для опыта въ 0 С.	Количество кислорода на 1 литръ въ куб. сант.	Время.	XIII опытъ.	
						ч. м.	Разведеніе насыщеннаго свѣтлымъ газомъ воды водопроводной водой 1 : 100 (при Т 13° С. и 749,6 баром. давл.). Количество воды 10 литровъ. Начало опыта 7 Мая 1903 г. 12 ч. 20 м.	
Плотва ІІ.	Плотва І.	12 см.	13,0	10,5°С.	7,2	12 ч. 20	Плотва І.	Плотва ІІ.
						12 . 25	Объ рыбы плав.	спок. на днѣ сосуда.
Плотва ІІ.	Плотва І.	12 см.	13,0	10,5°С.	7,2	12 . 40	Тоже.	Тоже.
						12 . 46	Очень безпокойна.	Плаваетъ на днѣ сосуда.
						1 . —	Часто поднимается на поверхность воды.	
						4 . 20	Объ рыбы безпокойно плаваютъ въ водѣ въ различныхъ направленіяхъ.	
						4 . 50	Очень безпокойна. Ежеминутно поднимается на поверхность.	Лежитъ на днѣ сосуда.
						6 . 30	Объ рыбы рад. лежатъ на днѣ сосуда.	
		13 см.	15,0	13,5°С.	5,7	8 . —	8/V.	
						8 ч. у.	Объ рыбы лежатъ на днѣ сосуда.	
						6 . в.	Объ спокойно плаваютъ въ водѣ.	
						8 . в.	Объ лежатъ на днѣ.	
						9/V.		
						8 ч. у.	Объ рыбы въ нормальномъ состояніи находятся на днѣ сосуда.	
		13 см.	15,0	12° С.	3,0	8 . в.	Тоже.	Тоже.
						10/V.		
						12 ч. у.	Объ рыбы плаваютъ въ водѣ.	
							Объ рыбы послѣ трехдневнаго пребыванія въ водѣ для опыта были вынуты и переведены въ свѣжую воду безъ замѣтныхъ вредныхъ послѣдствій.	

сточной воды въ 1 литръ чистой воды. Установить точно предѣлы вредности для этой воды крайне трудно; плотва и щука обладаютъ бѣльшимъ 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 бѣльшимъ сопротивленіемъ и оставалась въ живыхъ болѣе продолжительное время. Яснѣ всего 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 специфическій запахъ свѣтильнаго газа и существовало подозрѣніе, что именно содержащіяся 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 соотвѣтственные 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 газоваго 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 опытныхъ 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 газоваго 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.

Соотвѣтственно опытамъ Weigelt'a¹⁾ Hampe'l'a²⁾ Haselhof'a и J. König'a³⁾ боковое положеніе у рыбъ наступаетъ только при содержаніи 10—12 милгрм. сѣроводорода на литръ воды. Для сѣрнистой кислоты —SO₂ Hampe'l'a⁴⁾ считаетъ предѣломъ вредности содержаніе 1 милгрм. на литръ. Weigelt'a⁵⁾ 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. SO₂ на литръ, продолжительное время. Для фенола госпожей Piehn⁶⁾ 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 H₂S, SO₂ 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. König. „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 газоваго 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 впаденіемъ открытаго канала, несущаго въ Эмбахъ сточныя воды газоваго завода.

В. Сточная вода чугунно-литейнаго завода.

Сточная вода одного чугуно-литейнаго завода Уфимской губернии 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 умираніе 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-бурую мутную жидкость непріятнаго 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 ціанъ, 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 извѣщен. 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 фильтрѣ.	Сухой остатокъ при 110°C	= 4,326.
	Остатокъ отъ прокаливанія	= 2,200.
	Потеря при прокаливаніи	= 2,126.
	Азотъ	= 0,052.
	Амміакъ	= 0,034.
	N ₂ O ₆	= 0,027.
	Cl	= 0,400.
	SO ₃	= 0,022.
	SiO ₂	= 0,054.
	Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃	= 0,345.
	CaO	= 0,501.
	MgO	= 0,138.
	Co ₂	= 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 акваріума, 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, вливающихся въ проточную воду велики, а количество воды, воспринимающей ихъ незначительно. Предположеніе, что мелко взвѣшенный иль оказываетъ вредное дѣйствіе, также нашло

Наименован. рыбъ.	Длина рыбъ.	Вѣсъ рыбъ.	Температура воды для опыта въ ° С.	Количество кислорода на 1 литръ въ куб. сант.	Время.	XIV опытъ.	
					ч. м.	Разведеніе сточной воды чугунолитейнаго завода (нефильтрованной) водопроводной водой 1 : 1. Количество воды 5 литровъ. Начало опыта 2 Мая 1903 г. 11 ч. 30 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 пла- ваетъ опять въ нор- мальныхъ положеніи.
					11 , 55		Стремительно меч- ется въ разныхъ направленіяхъ.
					12 , —	Плав.брюх.вверхъ на поверхн. воды.	Поднимается на поверхность, жадно вбирая въ себя воз- духъ; нѣск. разъ до половины высовы- вается изъ воды.
					12 , 5		Ложится на бокъ.
					12 , 10	Леж.брюх.вверхъ на поверхн. воды.	Опускается на дно сосуда.
					12 , 20	Леж.брюх.вверхъ; судороги тѣла.	Лежить на боку наднѣ сосуда; также сильныя судороги тѣла.
Щука.	18,5	34,0	15° С.	1,0	12 , 35		Ложится брюхомъ вверхъ.
					12 , 45	Слабо дышетъ.	Лежить неподвиж. брюхомъ вверхъ; за- мѣтны легкія судоро- ги тѣла.
					3 , —	Лежить брюхомъ вверхъ на поверх- ности воды.	
					3 , 10		Смерть †.
					3 , 30	Смерть †.	
Потеря равновѣсія:			Черезъ 15 минутъ.		Черезъ 20 минутъ.		
Смерть наступила:			„ 4 часа.		„ 3 ч. 40 м.		

Наименован. рыбъ.	Длина рыбъ.	Вѣсъ рыбъ.	Температура воды для опыта въ ° С.	Количество кислорода на 1 литръ въ куб. сант.	Время. ч. м.	XV опытъ. Разведеніе сточной воды чугунолитейнаго завода (фильтрованной) водопроводной водой 1 : 1. Количество воды 5 литровъ. Начало опыта 3 Мая 1903 г. 6 ч. 10 м.		
Плотва.	15 см.	30,0	9,5° С.	7,4	6 ч. 10	П л о т в а.	Щ у к а.	
					6 „ 15	Очень беспокойна и брос. въ разныя стороны.	Плаваетъ въ разн. направлен. на поверхности воды.	
					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	Плаваетъ на поверхности брюхомъ вверхъ.	Изъ полож. брюхомъ вверхъ на поверхности переходитъ въ вертикальное.
						6 „ 40	Лежить неподвиж. на поверхности брюхомъ вверхъ.	Въ такомъ же положеніи.
						7 „ 30	Плаваетъ брюхомъ вверхъ на поверхности воды.	Все еще въ томъ же положеніи; жадно вбираетъ въ себя воздухъ.
						8 „ —	Такое же полож.	Такое же полож.
						8 „ 15	Слабо дышетъ.	Опускается на дно сосуда.
						8 „ 20	Смерть †.	Лежить на днѣ брюхомъ вверхъ.
						9 „ —		Слабо дышетъ.
						9 „ 15		Смерть †.
Щука.	17 см.	35,0						
Потеря равновѣсія: Смерть наступила:					Черезъ 10 минутъ. „ 2 ч. 10 м.	Черезъ 10 минутъ. „ 3 ч. 5 м.		

Наименов. рыбъ.	Длина рыбъ.	Вѣсъ рыбъ.	Температура воды для опыта въ ° С.	Количество кислорода на 1 литръ въ куб. сант.	Время.	XVI опытъ.	
					ч. м.	Разведение сточной воды чугунолитейнаго завода (фильтрованной) водопроводной водой 1 : 10. Количество воды 5 литровъ. Начало опыта 4 Мая 1903 г. 8 ч. утра.	
Лещъ.	16 см.	30,0	16° С.	6,7	8 ч. —	Лещъ.	Плотва.
					8 . 5	Очень безпокоенъ.	Лежить на днѣ сосуда.
					8 . 20	Часто поднимается на поверхность.	Плаваеъ спокойно въ разныхъ направленіяхъ.
					8 . 30	Часто вбираетъ въ себя воздухъ.	
					8 . 45	Объ рыбы очень безпокойны.	
					9 . —	Дѣлается спокойнѣе.	Опускается на дно сосуда.
					9 . 30	Плаваеъ на днѣ сосуда.	
					12 . —	Объ медленно плавають въ водѣ.	
					2 . —	Опускается на дно.	
					2 . 30	Ложится на бокъ и плаваеъ въ косомъ положеніи.	
Плотва.	18 см.	40,0	16,5° С.	2,2	2 . 35	Принимаетъ въ водѣ вертикальное положеніе головой внизъ.	
					2 . 45	Принимаетъ положеніе брюхъ вверхъ.	
					3 . —	Плаваеъ переворачиваясь часто то въ косомъ, то въ боковомъ положеніи.	
					3 . 10	Плаваеъ въ нормальномъ положеніи, однако же ежеминутно теряетъ равновѣсіе.	Поднимается на поверхность, жадно вбирая въ себя воздухъ, и снова опускается на дно.
					3 . 30	Немного оправляется.	
					4 . —	Принимаетъ опять въ водѣ вертикальное положеніе головой внизъ.	

Наименов. рыбъ.	Длина рыбъ.	Вѣсъ рыбъ.	Температура воды для опыта въ °С.	Количество кислорода на 1 литръ въ куб. сант.	Время. ч. м.	XVI опытъ. (Продолженіе.)	
Лещъ.			12° С.	1,8	5 ч.	Лещъ.	Плотва.
					7 .	Плаваеъ то въ косо́мъ, то въ боковомъ положеніи, часто останавливаясь въ вертикальномъ положеніи.	
Плотва.			8° С.	1,7	9 .	Плаваеъ на боку, часто переворачиваясь.	
					11 .	Постепенно оправляется.	
					5/V 9ч.ут.	Лежитъ неподвижно на днѣ сосуда.	
					10 .	Обѣ плавають на днѣ сосуда.	
					12 .	Находится то въ положеніи брюхомъ вверхъ, то въ боковомъ, иногда въ вертикальномъ.	
					3 .	Плаваеъ въ которое время въ нормальномъ положеніи.	
					8 .	Снова начинаетъ переворач. въ водѣ.	
					9 .	Обѣ лежатъ на днѣ сосуда.	
						Ложится брюхомъ вверхъ и въ такомъ положеніи поднимается на поверхность воды.	
						Обѣ рыбы послѣ 1 1/2 дневн. пребыв. въ водѣ для оп. были оттуда вынуты и помѣщ. въ свѣж. воду, въ котор. плотва на слѣд. день покоилъсѣ. — Лещъ напротивъ оправился и остался живъ. За все время до смерти плотва наход. въ чист. водѣ въ положеніи брюхомъ вверхъ.	

XVII опытъ.											
Разведение сточной воды чугунолитейного завода (нефильтрованной) водопроводной водой 1 : 20. Количество воды 5 литровъ. Начало опыта 1 Мая 1903. г. 6 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.											
Плотва.	14,5	25,0	11° С.	7,3	6 ч. 10	Плотва.	Щука.				
					6 „ 20	Находится на днѣ сосуда.	Поднимается на поверхность воды и вбираетъ въ себя воздухъ.				
					7 „ 10		Плаваеъ на поверхности воды.				
					9 „ —	Плаваеъ 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.	18,5	44,0	13° С.	3,0	8 „ —	На поверхности воды; отъ времени до времени жадно вбираетъ въ себя воздухъ.	На поверхности воды; отъ времени до времени жадно вбираетъ въ себя воздухъ.				
					3/V.						
					7 ч. у.	Лежить на днѣ сосуда.	Мертвая лежитъ на поперх. воды †.				
					8 „ —	Очень безпокойна; бросается въ разныя стороны.					
					8 „ 15	Плаваеъ въ водѣ въ разныя стороны; крайне безпокойна.					
					8 „ 30	Плаваеъ кверху брюхомъ на поверхности воды.					
					9 „ 50	Смерть †.					
					14° С.	2,2					
					Потеря равновѣсія: Смерть наступила;					Черезъ 38 ч. 20 м.	Приблиз. черезъ
										„ 39 „ 40 „	11 1/2 дня.

Наименован. рыбъ.	Длина рыбъ.	Вѣсъ рыбъ.	Температура воды для опыта въ ° С.	Количество кислорода на 1 литръ въ куб. сант.	Время. ч. м.	XVIII опытъ.	
						Разведеніе сточной воды чугунолитейного завода (фильтрованной) водопроводной водой 1 : 25. Количество воды 12½ литровъ. Начало опыта, 7 Мая 1903 г. 12 ч.	
Плотва.	10 см.	7,0	12° С.	7,0	12 ч. —	П л о т в а.	Щ у к а.
			13,5° С.	4,3	4 „ —	Объ рыбы плаваютъ въ водѣ.	
			10° С.	4,1	8 ч. 1/2	Объ рыбы плав. на днѣ аквариума.	
			12° С.		8 ч. ут.	Рѣзвѣ плаваютъ.	На днѣ аквариума.
					12 „ —		На поверхн. воды.
					3 „ —	Мечется въ разн. направленіяхъ.	Опускается на дно аквариума.
					8 „ —	Объ лежатъ на днѣ аквариума.	
			12° С.		9 ч. 1/2	Объ рыбы спокойно плаваютъ.	
			13° С.	3,2	8 ч. веч.	Рѣзвѣ плаваютъ въ водѣ.	Лежить на днѣ аквариума.
			12,5° С.		10 ч. 1/2	Объ рыбы повидим. здоровы и рѣзвы.	
Щука.	16 см.	57,0	14,5° С.	3,6	8 ч. веч.	Тоже самое.	
			14° С.		11 ч. 1/2	Тоже самое.	
			14° С.	4,0	12 ч. 1/2	Тоже самое.	
					8 ч. ут.		
					12 „ —	Объ рыбы за время 5 дней, пребыванія въ водѣ для опыта были здоровы и рѣзвы. Переведенныя въ свѣжую воду, также оставались здоровы, такъ что вреднаго дѣйствія указанной концентрации нельзя было констатировать.	

ХІХ опытъ.						
Разведение сточной воды чугунолитейного завода (нефильтрованной) водопроводной водой 1 : 25. Количество воды 30 литровъ.						
Начало опыта 13 Мая 1903 г. 9 час. утра.						
Наименован. рыбъ.	Длина рыбъ.	Вѣсъ рыбъ.	Температура воды для опыта въ °С.	Количество кислорода на 1 литръ въ куб. сант.	Время.	
					ч. м.	
Плотва.	19 см.	65,0	13° С.	7,35	9ч.—	Плотва.
				5,42	10ч.—	Щука.
			12,5°С.	4,31	2ч.—	
					9 веч.	
			12° С.	3,06	14/V.	
			9 утра.	На поверхности воды.		
			12,5°С.		2ч.—	Объ спокойно плаваютъ въ водѣ.
			12° С.		9 веч.	На днѣ акваріума. Поднимается на поверхность, вбирая въ себя воздухъ.
						Безпокойна.
						Въ ослабленномъ состояніи на поверхности воды; вбираетъ въ себя воздухъ.
Щука.	14 см.	22,0	11,5°С	1,82	15/V.	Щука.
					9 утра.	
			12,5°С.	2,20	9 веч.	
			12° С.	3,66	16/V.	
			9 утра.	Жадно вбираетъ воздухъ на поверхности воды.		
			13° С.	3ч. 10	Принимаетъ боковое положеніе.	
				4,50	3ч. 45	Смерть †.
Потеря равновѣсія : Смерть наступила :						Чер. 3 дня 6 ч. 10 м. " 3 " 6 " 45 "
						Черезъ неполн. 48 ч.

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

подтверждение 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 нефилътрированной 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 нефилътрированная сточная вода примѣшивалась къ водопроводной водѣ, то въ жабрахъ рыбъ находили мелкій черный илъ 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.

С. Сточная вода дрожжевой фабрики.

Въ противоположность обѣимъ 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 вліяніемъ 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 днѣ рѣки. Когда вода въ жаркіе лѣтніе дни спадаетъ, то отложенныя массы могутъ вызвать на мелкихъ мѣстахъ такое зловоніе, что жители должны быть крайне обеспокоены образующимися при гніеніи газами. При этомъ должно быть принято во вниманіе то обстоятельство, что количество сточныхъ водъ изъ дрожжевыхъ фабрикъ довольно значительно. Раррenheim говоритъ¹⁾: „винокурные 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 известью. По Меугейп²⁾ барда имѣетъ приблизительно слѣдующій составъ на литръ:

1) Dr. L. Pappenheim. Handbuch der Sanitäts-Polizei, Bd. I, pag. 126.

2) Ibid.

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

По König¹⁾ сточная вода винокуренного завода и дрожжевой фабрики содержала на литр:

	Неорганич. вещества.	Органич. вещества.	Азотъ	Необходимый для окислен. кислорода:	
				Въ кисл. 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 (*a*) 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 *a* была бѣловато-мутнаго цвѣта съ ароматическимъ запахомъ, давала слабо щелочную реакцію и содержала только 0,6 твердыхъ составныхъ частей (растворенныхъ и взвѣшенныхъ веществъ) на литръ. Напротивъ сточная вода *b* была бураго цвѣта, сильно мутна, давала также слабощелочную реакцію, имѣла однако 9,0 твердыхъ составныхъ частей на литръ, которыя при слабомъ прокаливаніи 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 литръ:

1) J. König. „Verunreinigung der Gewässer“. Bd. II, pag. 210.

Сточная вода		<i>a)</i>	<i>b)</i>
Въ навѣ- шенныхъ веществъ.	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 ₃ .	— 0,022	0,0705
	P ₂ O ₅	— 0,008	0,013
	SiO ₂	— 0,009	0,037
	Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	— 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 находятся 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 SO₃, Cl, CaO и азотъ находятся 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, лещи язи 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 язей, 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.	
					ч. м.	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	7 ч. 45	Окунь.	Плотва.
					8 „ —	Поднимается на поверхность воды.	Безпокойно пла- ваетъ на днѣ.
					8 „ 10	Ложится на бокъ, но сейчасъ же пла- ваетъ въ нормаль- номъ положеніи.	На днѣ сосуда.
					8 „ 30	Жадно глотаетъ воздухъ на поверх- ности воды.	
					9 „ —	Нѣсколько разъ высовываетъ голову надъ поверхностью воды.	Очень безпокойна.
					9 „ 30	Мечется въ водѣ.	Также очень без- пок.; поднимается на поверхность.
					10 „ —	Объ рыбы опускаются на дно сосуда.	
					12 „ —	Объ лежатъ неподвижно на днѣ сосуда	
					8 „ —	и остаются въ такомъ полож. до вечера.	
					6/V.		
Плотва.	11 см.	12,0	12,5°С.	2,5	9 ч. у.	Лежитъ мертвый на днѣ сосуда.	Медленно плав. на днѣ сосуда.
					12 „ —		Выскакиваетъ со- вершенно изъ воды, но падаетъ обратно; подним. нѣсколько разъ голову надъ поверхностью воды.
					1 „ —		Ложится на бокъ.
					1 „ 30		Принимаетъ поло- женіе брюх. вверхъ.
					2 „ —		Лежитъ брюхомъ вверхъ на днѣ со- суда.
							Черезъ 1 день 5 ч. 15 мин. Въ два часа была вынута изъ воды для опыта и перенесена въ све- жую воду, гдѣ она и оправилась.
						Черезъ 25 мин.	
						1 день.	
				Потеря равновѣсія:			
				Смерть наступила:			

XXII опытъ.									
Разведение сточной воды дрожжевой фабрики водопроводной водой — 1 : 10. Количество воды 10 литровъ. Начало опыта 8 Мая 1903 г. 1 часть.									
Наименован. рыбъ.	Длина рыбъ.	Вѣсъ рыбъ.	Температура воды для опыта въ ° С.	Количество кислорода на 1 литръ въ куб. сант.	Время.				
ч.	м.								
Лещъ.	12 см.	17,0	12° С.	7,2	1 ч. —	Лещъ.	Плотва.		
					1 ч. 5	Очень безпокоенъ.	Спокойно лежитъ на днѣ сосуда. Безпокойна.		
					1 ч. 10				
					1 ч. 20				
			13° С.	4,5	2 ч. —	Объ рыбы лежатъ спокойно на днѣ сосуда. Обѣ рыбы плаваютъ на днѣ сосуда. Также плаваютъ на днѣ сосуда.			
			12° С.	1,6	8 веч.				
			12,5° С.	0,3	9/V.				
					8 утра.				
			Плотва.	15 см.	35,0	15° С.	0,13	Жадно вбираетъ въ себя воздухъ на поверхности воды.	Плаваеъ на по- верхн. воды, жадно вбирая въ себя воз- духъ.
								1 ч. —	
14° С.	0,6	3 ч. —				Обѣ рыбы очень безпокойны на по- верхности воды. Плаваютъ на поверхности воды, под- нимаютъ нѣсколько разъ голову надъ уровнемъ воды и жадно вбираютъ въ себя воздухъ. Обѣ все время плаваютъ на поверх- ности воды.			
		8 веч.							
		10/V.							
		8 утра.							
				Обѣ безпокойны на поверхности; жадно вбираютъ въ себя воздухъ.					
				9 ч. 20					
				Принимаетъ вер- тикальное положе- ние, затымъ боковое положение; нако- нецъ ложится брю- комъ вверхъ.					
				9 ч. 25					
				Лежитъ непод- вижно на днѣ брю- комъ вверхъ.					
				9 ч. 28					
				Плаваеъ на по- верхн., жадно вби- рая въ себя воздухъ.					
					9 ч. 30	Безпрерывно пла- ваеъ на днѣ сосуда.			

7*

Наименован. рыбъ.	Длина рыбъ.	Вѣсъ рыбъ.	Температура воды для опыта въ °С.	Количество кислорода на 1 литръ въ куб. сант.	Время. ч. м.	XXII опытъ. (Продолженіе.)	
						Лещъ.	Плотва.
			14° С.		9 ч. 32	Неподвижно ле- житъ на днѣ въ нор- мальномъ положе- ніи.	
					10 . 10	Ежеминутно ло- жится 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 по- верхн. воды.
					10 . 27	Лежитъ брюхомъ вверхъ на днѣ со- суда.	
					10 . 47	Обѣ жадно вбираютъ въ себя воз- духъ на поверхности воды.	
					11 . —	Лежитъ неподвиж. брюхомъ вверхъ на днѣ сосуда.	Плаваетъ въ нор- мальномъ положеніи на поверхн. воды.
					11 . 15	Слабо дышетъ.	
					11 . 25	Смерть †.	
					11 . 50		Лежитъ брюхомъ вверхъ на поверхн. воды.
					12 . —		Бросается въ разн. стороны на поверх- ности воды, остается наконѣцъ леж. брю- хомъ вверхъ.
					12 . 15		Очень слабо дыш.
					12 . 30		Смерть †.
Потеря равновѣсія:					Чер. 1 д. 20 ч. 20 м.	Чер. 1 д. 21 ч. 25 м.	
Смерть наступила:					. 1 . 22 . 25 .	. 1 . 23 . 30 .	

Наименован. рыб.	Длина рыб.	Вѣсъ рыб.	Температура воды для опыта въ °С.	Количество кислорода на 1 литръ въ куб. сант.	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.	
Плотва І.	19 см.	55,0	17° С.	6,4	2 ч. —	Плотва І.
			18° С.		8 ч. в.	Плотва ІІ.
			17,5° С.	0,59	18/VI.	Въ началѣ опыта обѣ безпокойно плаваютъ въ акваріумѣ. Обѣ спокойно леж. на днѣ акваріума. Часто поднимаются на поверхность воды, жадно вбирая въ себя воздухъ. Дѣлаются безпок. и плав. стремительно въ разныя стороны на поверхности. Жадно вбираютъ въ себя воздухъ на поверхности воды. Безпрерывно находятся на поверхности, жадно вбирая въ себя воздухъ. Часто находятся на поверхности, иногда же опуска. на дно акваріума. Рыбы совершенно въ томъ же состояніи, какъ и наканунѣ. Также, какъ и наканунѣ. Постоянно на поверхности, жадно вбираютъ воздухъ. Рыбы въ такомъ же состояніи, какъ и наканунѣ.
					9 ч. у.	
					2 . —	
					8 . в.	
					19/VI.	
			18° С.		8 ч. у.	
			18,5° С.		2 . —	
			18,5° С.		8 . в.	
					20/VI.	
			19° С.		8 ч. у.	
			19,5° С.		2 . —	
			19° С.		8 . в.	
Плотва ІІ.	11,5 .	16,0			21/VI.	Плотва І.
			17,5° С.		8 ч. у.	
			18,5° С.		2 . —	
			18° С.		8 . в.	
					22/VI.	
			19° С.		8 ч. у.	
			18° С.		2 . —	
			18° С.		8 . в.	
					23/VI.	
			18° С.		8 ч. у.	
			18,5° С.		2 . —	
			18° С.		8 . в.	
					24/VI.	Плотва ІІ.
			18° С.		8 ч. у.	
			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. 2 . — 8 . —	Такое же состояніе, какъ и наканунѣ.	
			19° С. 19,5°С. 19° С.		26/VI. 9 ч. у. 2 . — 8 в. —		
			18,5°С. 19° С. 18° С.		27/VI. 9 ч. у. 2 . — 8 . в. 9 . —	Рыбы находятся на поверхности воды. Тоже. Ложится на бокъ. Плаваеъ брюхомъ вверхъ, слабо дышетъ.	Безпрерывно плаваеъ на поверхности воды, жадно вбирая воздухъ.
					9,30— 28/VI. 9 ч. у. 2 . — 8 в. —	Смерть †.	Какъ и наканунѣ.
			17,5°С. 18,5°С. 19° С.		29/VI. 9 ч. у. 2 . — 8 . в.		
			17,5°С. 19° С. 18° С.		30/VI. 9 ч. у. 2 . — 8 . в.		Также на поверхности.
			18° С. 19,5°С. 18,5°С.		1/VII. 9 ч. у. 2 . —		Также на поверхности.
			15° С. 16° С.				Плаваеъ на поверхности. Вынута изъ воды для опыта и перемѣщена въ свѣжую воду.

Первая плотва погибла послѣ 10 дневнаго пребыванія въ водѣ для опыта, между тѣмъ какъ вторая послѣ 2 недѣльнаго 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.	XXIV опытъ.	
					ч. м.	Разведение сточной воды дрожжевой фабрики водопроводн. водой 1 : 40. Количество воды въ началѣ опыта 30 литровъ. Начало оп. 17 Іюня 1903 г. 2 ч.	
Плотва І.	14 см.	27,0	17° С.	6,6	2 ч. —	Плотва І.	Плотва ІІ.
			18° С.		2 " —		
			17,5° С.		8 " в.	Объ на поверхн. жадно вбир. воздухъ.	
					18/VI 9 ч. у.	Объ рыбы безпокойны и мечутся въ водѣ въ разныхъ направленіяхъ.	
			18° С.	1,07	2 " —	Объ очень безпокойны.	
					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.		
					20/VI 8 ч. у.	{	Кажутся болѣе спокойн., однако постоянно наход. на поверхн. воды.
Плотва ІІ.	10 см.	9,0	19° С.		2 " —		
			19° С.		8 " в.		
			17,5° С.		21/VI 8 ч. у.	{	Находятся больше на днѣ аквариума; иногда появляются на поверхность воды.
			18,5° С.		2 " —		
			18° С.		8 " в.		
					22/VI 8 ч. у.	{	Состояніе рыбъ такое же, какъ и наканунѣ.
			18° С.		2 " —		
			18° С.		8 " в.		
			18° С.		23/VI 8 ч. у.	{	Состояние такое же.
			18,5° С.		2 " —		
			18° С.		8 " в.		
					24/VI 8 ч. у.	{	Состояние такое же.
			18° С.		2 " —		
			19° С.		8 " в.		
			18,5° С.			{	Рыбы постоянно находятся на поверхности воды, жадно вбирая въ себя воздухъ.
			18° С.		25/VI 8 ч. у.		
			18° С.		2 " —		
			18° С.		8 " в.		

Наименов. рыбъ.	Длина рыбъ.	Вѣсъ рыбъ.	Температура воды для опыта въ ° С.	Количество кислорода на 1 литръ въ куб. сант.	Время.	XXIV опытъ. (Продолженіе).	
					ч. м.		
					26/VI.	Плотва I.	Плотва II.
			19° С. 19,5° С. 19° С.		9 ч. у. 2 — 8 в.	{	Постоянно на поверхности воды, жадно вбираютъ въ себя воздухъ.
					27/VI.		
			18,5° С. 19° С. 18° С.		9 ч. у. 2 — 8 в.	{	Точно такое же состояніе, какъ наканунѣ.
					28/VI.		
			17,5° С. 18,5° С. 19° С.		9 ч. у. 2 — 8 в.	{	Такое же состояніе.
					29/VI.		
			17,5° С. 19° С. 18° С.		9 ч. у. 2 — 8 в.	{	Въ состояніи рыбъ перемѣны не было.
					30/VI.		
			18° С. 19,5° С. 18,5° С.		9 ч. у. 2 — 8 в.	{	Также постоянно на поверхности воды.
					1/VII.		
			15° С.		9 ч. у.	Объ плавають спокойно на поверхности, жадно вбирая воздухъ.	
			16° 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.		
						Разведение сточной воды дрожжевой фабрики водопроводной водой 1 : 20. Количество воды 40 литровъ. Начало опыта 1 июля въ 8 час. утра.		
Ершъ.	Ершъ.					Ершъ.	Язь.	Щука.
Щука.	14,5 см.	26,0	13° С.	6,1	8 ч. 30	Лежать спок. на днѣ аквариума.		Безпокойна.
			14° С.	5,3	10 „ 50	На поверхности, жадно вбираетъ воздухъ.		
			15° С.	3,8	1 „ —			
			16° С.	2,9	3 „ —			
	16,5 „	50,0	16,5° С.	1,97	5 „ —	Также на поверх. ложится на бокъ.	Поднимается на поверх., жадно вбирая воздухъ.	Подним. на поверхность воды.
			15,5° С.	0,94	7 „ —	Ложится на бокъ. Плаваетъ иногда въ нормальномъ положеніи. Нѣсколько разъ становится отъясно въ водѣ.		
					8 „ —	Очень безпокоенъ. Часто высовывается головой изъ воды; опускается затѣмъ снова на дно аквариума.		
					8 „ 30	Плаваетъ брюх. вверхъ на днѣ аквариума.		
	23 „	85,0			8 „ 45	Нѣсколько разъ до половины высывается изъ воды, но падаетъ обратно брюхомъ вверхъ и опускается на дно аквариума.	Жадно вбир. воздухъ.	Постоянно на поверх. воды.
			15,5° С.	0,75	9 „ —	Смерть †.		
					9 „ 30	На поверхн. жадно вбир. воздухъ.		
						Плаваетъ на поверх. жадно вбирая воздухъ.		

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. (Продолженіе).		
						Ершъ.	Язь.	Щука.
			15° С.	0,5	12 ч. н.		Объ. очень безпокойны.	
			14° С.		2/VII. 9 ч. у.		Объ. рыбы постоянно на поверхности и жадно вбираютъ въ себя воздухъ.	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 „ — 3 „ —		Безпокойно плаваютъ на поверхности воды.	Смерть †.
			17,5° С.		8 „ в.		Жадно вбираетъ въ себя воздухъ на поверхности воды.	
			16° С.		11 „ — 12 „ —		Ослабѣлъ. Едва замѣтн. движенія; плав. медленно на поверхности воды.	
			15° С.		3/VII. 7 ч. у.		Мертвый на поверхности воды †.	
Потеря равновѣсія:					Чер. 11 час.			Чер. 1 день 4 1/2 ч.
Смерть наступила:					„ 13 1/2 „	Чер. неполн. 2 дня.		„ 1 „ 5 „

Наименован. рыбъ.			XXVI.		
Длина рыбъ.			Разведение сточной воды дрожжевой фабрики водопроводной водой 1 : 40.		
Въсь рыбъ.			Количество воды 40 литровъ.		
Температура воды для опыта въ 0 С.			Начало опыта 1 июля 1903 года, 12 час.		
Количество кислорода на 1 литръ въ куб. сант.					
Время.					
ч. м.					
Лещъ.	16,5 см.	60,0	12 ч.	Лещъ.	Язь.
			12 . 30	Лежить на днѣ аквариума.	Безпокойна.
Язь.	17,0 „	65,0	2 . —	Всѣ три рыбы спокойно лежать на днѣ аквариума. Также всѣ три на днѣ аквариума.	
			4 . —		
			6 . —		
			8 . —		
Щука.	22,0 „	70,0	10 . —	Безпокойно пла- васть на поверхн., жадно вбирая воз- духъ.	
			12 . —		
			12 . 30	Безпокойно пла- васть въ водѣ; вы- ссовыв. голову надъ поверхностью воды.	Поднимается на поверхность воды.
			2/VII. 9 ч. у.	Лежить мертвый на поверх. воды, умеръ ночью †.	Объ остальныя рыбы жадно вбираютъ въ себя воздухъ на поверхности воды.
			12 . —		Очень безпокойна.
			2 . —		Жадно вбираетъ воздухъ, выссовыв. до половины изъ воды, но падаетъ обратно и ложится на бокъ.
			2 . 10		Плавасть брюх. вверхъ на поверх- ности воды.
			2 . 30		
			3 . —		Смерть †.
			8 . —		
			3/VII.	Опустился на дно аква- риума.	
			7 ч. у.		
			15,5°С.	Плавасть на поверх. воды.	
			Слѣды кислр.		

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

распространяли до такой степени интенсивную вонь, что продолжительное пребывание въ этомъ помѣщеніи дѣлалось невозможнымъ не смотря на то, что окна комнаты, въ которой находился акваріумъ, были открыты день и ночь. Я держалъ сточную воду нашего города въ болѣе сильныхъ концентраціяхъ по цѣлымъ недѣлямъ въ акваріумѣ, 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 погибали уже въ теченіе 13^{1/2} геср. 20 часовъ отъ дѣйствія сточной воды, шуки погибали 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 шука 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.

Д. Городская сточная жидкость.

Наибольшее количество сточных водъ, которая воспринимаетъ Эмба въ своемъ теченіи черезъ городъ, поступають въ него изъ городскихъ водосточныхъ каналовъ, вливающихся съ обоихъ береговъ; эти городскія нечистоты имѣютъ еще тѣмъ большее значеніе, что отъ нихъ происходитъ весьма значительное загрязненіе рѣчной воды. Количество сточныхъ водъ, поступающихъ ежедневно въ рѣку, при населеніи въ 40146 ¹⁾, равняется 40146 гектолитрамъ, если принять на каждого жителя по 100 литровъ сточной воды въ сутки. Такъ какъ городъ Юрьевъ не имѣетъ сплавной канализации, то городская сточная жидкость состоитъ большей частью изъ домовыхъ водъ и нечистотъ прачешныхъ — фекальня массы и моча, собственно говоря, не должны бы попадать въ сточные каналы. Однако было бы ошибкой предположить послѣднее. По К ö p i g'у ²⁾ $\frac{2}{3}$ всего количества мочи попадаютъ въ каналы, а что точно также и фекальня массы туда попадаютъ — это общеизвѣстный фактъ. Домовыя воды содержатъ всѣ кухонные отбросы, остатки овощей и мяса, мыло, жиръ, соръ, пепель. По К ö p i g'у ³⁾ сточная жидкость нѣкоторыхъ городовъ имѣетъ слѣдующій составъ:

1) B. K ö r b e r. Die Stadt Dorpat in statistischer u. hygienischer Beziehung. Jurjew 1902, pag. 12.

2) J. K ö n i g. Die Verunreinigung d. Gewässer. Bd. II, pag. 3.

3) Op. cit. pag. 8.

Дитръ канальной воды (за исключениемъ киозетовъ т. е. безъ чужеродныхъ веществъ, нѣй) содержища.	Вывѣшенная вещества.		Р а с т в о р е н н ы я в е щ е с т в а												
	Неорганическая mg.	Органическая mg.	N въ органи- ческихъ веществахъ mg.	Всего mg.	Органическая mg.	N въ видѣ органи- ческихъ веществъ mg.	N въ видѣ NH ₃ mg.	Фосфорная кислота mg.	Калій mg.	Известь mg.	Магній mg.	Сѣрная кислота mg.	Хлоръ mg.	Азотная кислота mg.	Всего N mg.
Изъ каналовъ:															
1. Бреславля	210,8	—	729,2	333,8		2,6	24,7	—	—	—	—	—	78,7	—	40,5
2. Эссена	105,2	213,4	19,3	843,2	229,6	12,2	38,1	13,1	65,0	76,8	—	—	234,0	—	69,6
3. Цюриха (среднее 4 ана- лизовъ)	36,1	91,6	14,5	480,0	182,2	18,5	8,8	8,5	89,2	—	—	—	22,7	89,5	131,3
4. Брауншвейга	447,5	635,0	54,5	857,5	390,0	92,5	—	42,2	29,4	122,5	32,4	—	89,2	213,1	147,0
5. Гаме (среднее 5 анали- зовъ)	402,0	423,4	23,9	653,0	329,0	21,3	67,8	27,6	176,0	275,2	—	354,8	209,1	—	112,9
6. Айфелколонне — Копен- бегъ у Эссена (среднее 2 анализовъ)	961,0	1485,6	39,0	796,1	306,0	21,9	29,5	20,6	94,9	59,0	—	39,1	152,7	—	90,4

М. Rubner¹⁾ 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 (орг. вещ.).

Взвѣшенныхъ органическихъ веществъ на половину меньше таковыхъ же растворенныхъ.

Много спорили о томъ, какія изъ этихъ веществъ вреднѣе, растворенныя или взвѣшенныя. Rubner²⁾ 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 Rubner³⁾ методъ осажденія при помощи раствора уксуснокислаго желѣза, который обладаетъ еще тѣмъ преимуществомъ, что рядомъ съ взвѣшенными веществами осаждаются изъ раствора также жиры, мыла и жирныя кислоты и въ особенности бѣлковыя вещества. 3 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 Sielwasser u. seine Beziehung zur Flussverunreinigung. Arch. f. Hygiene 1902. H. I, pag. 9.

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

3) Op. cit. стр. 31.

помѣщались на 1 часть въ текуче-паровой аппаратъ. Въ началѣ образуется основная соль уксуснокислаго желѣза, которая при дальнѣйшемъ нагрѣваніи разлагается, превращаясь въ хлопьевидный гидратъ окиси желѣза, и при осажденіи увлекаетъ съ собою всѣ взвѣшенные въ жидкости частицы и образуетъ на днѣ рѣзко отграниченный 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°C и взвѣшивается. Полученный такимъ образомъ осадокъ желѣза содержитъ теперь не только взвѣшенные вещества, но также и растворенные въ канальной водѣ жиръ, мыла и бѣлковыя вещества. Потому къ этому осадку прибавлялись вещества, оставшіяся на марлевомъ ситѣ и высушенные при 97°C ; все это хоршенько смѣшивалось и растиралось въ ступкѣ, еще разъ просушивалось и опредѣлялся вѣсъ, причемъ прибавленное для осажденія количество желѣза высчитывалось. Отвѣшенные количества затѣмъ употреблялись для извлеченія жира, опредѣленія азота, углерода и т. д.

По Rubner'у 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 Сохслета, причемъ я пользовался экстракціоннымъ аппаратомъ Szombathi-Soxhlet'a — въ качествѣ холодильника примѣнялся двойной шаръ Сохслета. Жиръ извлекался изъ высушеннаго при 97°C и превращеннаго въ порошокъ вещества эфиромъ въ продолженіе 2½ часовъ; вещество было предварительно смѣшано съ чистымъ пескомъ для болѣе успѣшнаго извлеченія; гильза, въ которую помѣщалась испытуемая масса, готовилась изъ обезжиренной фильтровальной бумаги и закрывалась обезжиренной ватой. Колбочка послѣ перегонки эфира хорошо обсушивалась, помѣщалась при 97°C въ сушильный шкафъ и взвѣшивалась — спустя часть взвѣшиваніе 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 соединенія, однако эти послѣднія обыкновенно находятся въ очень незначительныхъ количествахъ и поэтому принято по эфирному остатку вычислять 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 парома, гдѣ впадаетъ сточный каналъ Новорыночной улицы. Двѣ другихъ пробы взяты на лѣвомъ берегу: вторая (II) изъ сточнаго канала Фортунной 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. Присутствие 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. Взвѣшенные 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 (эеирный экстрактъ I + II)	0,905	4,027	0,2695	1,734

	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 ₂ O ₅ mg.	Cl. mg.	NH ₃ 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 осѣвшія 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'a¹⁾ 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: сѣководородъ, триметиламинъ, амидодериваты, свободныя кислоты, крезоль, феноль и другіе продукты, которые всѣ 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 Weigel't'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. Въдѣ 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 Weigelt, 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 благопріятнымъ результатамъ, чѣмъ Weigelt. Разведеніе сточной жидкости я примѣнялъ такое же какъ и Weigelt 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 въ продолженіе 5 дней; если рыбы въ продолженіе этого времени не погибали, то онѣ пускались въ свѣжую воду и наблюдались дальше. При разведеніи 1 : 20 и 1 : 40 рыбы содержались въ продолженіе 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

Опыты XXXI—XXXIV со сточной водою изъ уличной трубы Фортунной улицы.

XXXI опыт.							XXXIII опыт.							XXXIV опыт.										
Разведение 1 : 5.							Разведение 1 : 20.							Разведение 1 : 40.										
Число и мѣсяцъ.	Время.		° воды въ граду-сахъ Цельсія.	Количество кисло-рода на литръ воды въ куб. сант.	Язв. 23 сант. длин. 100 грм. вѣс.	Ершъ, 14 см. длин. 30 грм. вѣс.	Плотва, 20 сант. длин. 75 грм. вѣс.	Число и мѣсяцъ.	Время.		° воды въ граду-сахъ Цельсія.	Количество кисло-рода на литръ воды въ куб. сант.	Налимъ, 14 сант. длин. 28 грм. вѣс.	Ершъ, 12 см. длин. 26 грм. вѣс.	Щука, 11,5 см. дл. 25 грм. вѣс.	Число и мѣсяцъ.	Время.		° воды въ граду-сахъ Цельсія.	Количество кисло-рода на литръ воды въ куб. сант.	Плотва, 10 см. длин. 21,5 грм. вѣс.	Ершъ, 12 см. длин. 25 грм. вѣс.	Ершъ, 11 см. длин. 23 грм. вѣс.	
	ч.	м.							ч.	м.							ч.	м.						
13 IX	4 — 6 40 7 30 9 веч.	13	7,0				*	1 X	9 ут. 2 — 9 веч.	4,5 6 5,5	7,20 5,31 5,20					25 IX	9 ут. 2 — 8 — 11 веч.	5 7 6,5	7,42 6,12 5,38 5,30					
		13	3,3	†	†			2 "	9 ут. 2 — 9 веч.	5,5 6 5,5	4,38 4,25 3,58					26 "	9 ут. 2 — 9 веч.	4,5 5 5		4,87				
								3 "	9 ут. 2 — 9 веч.	6 7 5,5	3,43 3,05					27 "	9 ут. 2 — 9 веч.	5,5 6,5 5,5		4,60				
								4 "	9 ут. 2 — 9 веч.	6 7,5 5,5	3,22					28 "	9 ут. 2 — 9 "	4 6 5		4,35				
								5 "	9 ут. 2 — 9 веч.	4,5 6,5 5,5	2,53					29 "	9 ут. 2 — 9 веч.	4,5 5,5 5		4,10				
								6 "	9 ут. 2 — 9 веч.	4,5 6 5	3,55					30 "	9 ут. 2 — 9 веч.	4,5 5 5		3,99				
								7 "	9 ут. 2 — 9 веч.	3,5 4,5 3,5	3,66					1 X	9 ут. 2 — 9 веч.	4,5 6 5,5		3,87				
								8 "	9 ут. 2 — 9 веч.	3,5 4,5 4	4,05							2 — 9 веч.	6 5,5		4,19			
								9 "	9 ут. 2 — 9 веч.	4 7 8	3,45					3 "	9 ут. 2 — 9 веч.	6 7 5,5		4,28				
								10 "	9 ут. 2 — 9 веч.	8 9 9	4,13					4 "	9 ут. 2 — 9 веч.	6 7,5 5,5		4,83				
								11 "	9 ут. 2 — 9 веч.	9,5 10 10	4,0					5 "	9 ут. 2 — 9 веч.	4,5 6,5 5,5		4,90				
								12 "	9 ут. 2 — 9 веч.	10,5 11 10,5	3,36					6 "	9 ут. 2 — 9 веч.	4,5 6 5		4,99				
								13 "	9 ут. 2 — 9 веч.	9,5 9,5 9,5	3,0					7 "	9 ут. 2 — 9 веч.	3,5 4,5 3,5		5,11				
								14 "	9 ут. 2 — 9 веч.	10 10,5 10	2,67					8 "	9 ут. 2 — 9 веч.	3,5 4,5 4		5,20				
								15 "	9 ут.	10	2,47					9 "	9 ут.	4						
Смерть наступила у ерша чер. 2 часа. " язв " 3 " 30 м. Плотва послѣ 5 часовъ пребыванія въ разведе- нной сточной жидкости ложилась на спину и плавала „брюхомъ вверхъ“ на поверхности воды; она была сейчасъ же перенесена въ свѣжую воду, гдѣ и оправилась опять.							См. XXXII опыт.							См. XXXIV опыт.										
XXXII опыт.							XXXIII опыт.							XXXIV опыт.										
Разведение 1 : 10.							Разведение 1 : 20.							Разведение 1 : 40.										
Число и мѣсяцъ.	Время.		° воды.	Количество кисло-рода на литръ воды въ куб. сант.	Плотва, 12 см. длин. 28 грм. вѣс.	Ершъ, 13 см. длин. 28 грм. вѣс.	Ершъ, 11,5 см. дл. 23 грм. вѣс.	Число и мѣсяцъ.	Время.		° воды.	Количество кисло-рода на литръ воды въ куб. сант.	Плотва, 12 см. длин. 28 грм. вѣс.	Ершъ, 13 см. длин. 28 грм. вѣс.	Ершъ, 11,5 см. дл. 23 грм. вѣс.	Число и мѣсяцъ.	Время.		° воды.	Количество кисло-рода на литръ воды въ куб. сант.	Плотва, 12 см. длин. 21,5 грм. вѣс.	Ершъ, 12 см. длин. 25 грм. вѣс.	Ершъ, 11 см. длин. 23 грм. вѣс.	
	ч.	м.							ч.	м.							ч.	м.						
13 IX	9 веч.	13		7,16																				
14 "	9 ут. 11 — 2 — 9 веч.	10 12 12		1,06 0,92 0,80			*																	
15 "	9 ут. 2 — 9 веч.	10 12 11,5		слѣды		†																		
16 "	9 ут. 2 — 9 веч.	10 12,5 11,5		слѣды																				
17 "	9 ут. 2 — 9 веч.	10 12 12		0,90																				
18 "	9 ут. 2 — 9 веч.	10 12 12		1,01																				
19 "	9 ут. 2 — 9 веч.	11 12 12		1,21																				
Маленькій ершъ уже черезъ 14 час. принялъ боковое положеніе въ водѣ, перемѣщенный въ свѣжую воду онъ оправился; второй ершъ за- снулъ на слѣдующую ночь. Плотва, однако, даже послѣ пятидневнаго пребыванія въ разведе- нной сточной жидкости оказалась совершенно рѣзвой.							Всѣ рыбы послѣ 2-хъ недѣльнаго пребыванія въ разведенной сточной жидкости были рѣзвы и здоровы.							Всѣ рыбы по окончаніи опыта рѣзвы и здоровы.										
							† обозначаетъ смерть рыбъ — * обозначаетъ потерю равновѣсія.																	

Опыты XXXV—XXXVIII со сточной водою изъ уличной трубы Длинной улицы

XXXV опыт.						XXXVII опыт.						XXXVIII опыт.												
Разведение 1 : 5,						Разведение 1 : 20.						Разведение 1 : 40.												
Число и мѣсяцъ.	Время.	° воды въ граду-сахъ Цельсія.	Конц. кислорода на 1 литръ воды въ куб. сант.	Язь, 19 см. длины, 85 грм. вѣс.	Плотва, 16 см. дл., 31 грм. вѣс.	Ершъ, 13 см. дл., 24 грм. вѣс.	Число и мѣсяцъ.	Время.	° воды въ граду-сахъ Цельсія.	Конц. кислорода на 1 литръ воды въ куб. сант.	Лещъ, 16 см. дл., 63 грм. вѣс.	Щука, 22 см. дл., 69 грм. вѣс.	Щука, 18 см. дл., 43 грм. вѣс.	Язь, 15 см. длины, 41 грм. вѣс.	Плотва, 11 см. дл., 12 грм. вѣс.	Число и мѣсяцъ.	Время.	° воды въ граду-сахъ Цельсія.	Конц. кислорода на 1 литръ воды въ куб. сант.	Лещъ, 15 см. дл., 27 грм. вѣс.	Щука, 24 см. дл., 80 грм. вѣс.	Язь, 12 см. длины, 30 грм. вѣс.	Щука, 14 см. дл., 29 грм. вѣс.	Плотва, 15 см. дл., 35 грм. вѣс.
6 VIII	5 — 9 вѣч.	10,5 11,5	7,15 4,37				8 VII	6 вѣч. 11 "	13 13,5	7,11 4,31						8 VII	6 вѣч. 11 "	13 13,5	7,16 4,45					
7 "	5 ут. 9 — 2 — 5 — 9 вѣч.	11,5 13 13 13	3,32 2,76 2,10 2,09 2,49				9 "	9 ут. 2 — 9 вѣч.	14 14,5 14,5	2,16 1,56						9 "	9 ут. 2 — 8 вѣч.	14 14,5 14,5	2,9 2,3					
8 "	9 ут. 2 — 9 вѣч.	9,5 13 13,5	3,09 3,87				10 "	9 ут. 2 — 9 вѣч.	15 16 15,5	1,50						10 "	9 ут. 9 30 2 — 6 — 8 вѣч.	15 16 16 16	2,1 2,1 1,6	*	†			
9 "	9 ут. 2 — 9 вѣч.	9,5 13 11,5	4,35 3,77				11 "	9 ут. 2 — 6 — 10 вѣч.	15 16,5 16 16,5	1,6	*	†				11 "	9 ут. 2 — 9 вѣч.	15 16,5 16	2,60					
10 "	9 ут. 2 — 9 вѣч.	10,5 11,5 11	3,22 3,29				12 "	9 ут. 2 — 9 вѣч.	15,5 16 16	1,8						12 "	9 ут. 2 — 9 вѣч.	15,5 16 16	2,93					
11 "	9 ут. 2 — 5 —	11 13	2,79				13 "	9 ут. 2 — 9 вѣч.	17 18 18	2,03						13 "	9 ут. 2 — 9 вѣч.	17 18 18	2,99					
По окончаніи опыта всѣ рыбы здоровы.							14 "	9 ут. 2 — 9 ут.	16 17 17	2,12						14 "	9 ут. 2 — 9 вѣч.	16 17 17	3,05					
							15 "	9 ут. 2 — 9 вѣч.	15,5 17,5 17,5	2,26						15 "	9 ут. 2 — 9 вѣч.	15,5 17,5 17,5	3,17					
XXXVI опыт.							16 "	9 ут. 2 — 9 вѣч.	18 18 18,5	2,37						16 "	9 ут. 2 — 9 вѣч.	18 18 18,5	3,20					
Разведение 1 : 10.							17 "	9 ут. 2 — 9 вѣч.	18 19 19	2,88						17 "	9 ут. 2 — 9 вѣч.	18 19 19	3,21					
Число и мѣсяцъ.	Время.	° воды въ граду-сахъ Цельсія.	Конц. кислорода на 1 литръ воды въ куб. сант.	Налимъ, 20 см. дл., 60 грм. вѣс.	Плотва, 11 см. дл., 23 грм. вѣс.	Ершъ, 12 см. дл., 28 грм. вѣс.	Число и мѣсяцъ.	Время.	° воды въ граду-сахъ Цельсія.	Конц. кислорода на 1 литръ воды въ куб. сант.	Лещъ, 17 см. дл., 17,5 грм. вѣс.	Щука, 17 см. дл., 17,5 грм. вѣс.	Щука, 17 см. дл., 17,5 грм. вѣс.	Язь, 15 см. дл., 16,5 грм. вѣс.	Плотва, 11 см. дл., 17,5 грм. вѣс.	Число и мѣсяцъ.	Время.	° воды въ граду-сахъ Цельсія.	Конц. кислорода на 1 литръ воды въ куб. сант.	Лещъ, 18 см. дл., 18,5 грм. вѣс.	Щука, 18 см. дл., 18,5 грм. вѣс.	Язь, 16 см. дл., 16,5 грм. вѣс.	Плотва, 12 см. дл., 18,5 грм. вѣс.	Щука, 19 см. дл., 19 грм. вѣс.
8 IX	10 ут. 12 — 2 — 9 вѣч.	10,5 13	7,19 4,65 3,56 1,59 1,46				18 "	9 ут. 2 — 9 вѣч.	17 17,5 17,5	3,02						18 "	9 ут. 2 — 9 вѣч.	17 17,5 17,5	3,37					
9 "	9 ут. 2 — 9 вѣч.	9,5 13 11,5	1,86 2,65 3,66	†			19 "	9 ут. 2 — 9 вѣч.	15,5 16,5 17	3,23						19 "	9 ут. 2 — 9 вѣч.	15,5 16,5 17	3,45					
10 "	9 ут. 2 — 9 вѣч.	10,5 11,5 11	5,2				20 "	9 ут. 2 — 9 вѣч.	18 18,5 18,5	3,34						20 "	9 ут. 2 — 9 вѣч.	18 18,5 18,5	4,20					
11 "	9 ут. 2 — 9 вѣч.	11 12,5 12	5,36				21 "	9 ут. 2 — 9 вѣч.	16,5 17 16,5	3,80						21 "	9 ут. 2 — 9 вѣч.	16,5 17 16,5	4,35					
12 "	9 ут. 2 — 9 вѣч.	10 12 11,5	5,52				22 "	9 ут. 6 вѣч.	17 17,5	4,27						22 "	9 ут. 2 — 6 вѣч.	17 18 18,5	4,56					
13 "	10 ут.	12																						
Налимъ заснулъ черезъ 35 часовъ въ водѣ означенной концентрации, между тѣмъ какъ обѣ другія рыбы остались живыми.						Лещъ погибъ черезъ 3 дня 4 часа, всѣ другія опытные рыбы остались рѣзвыми и здоровыми до самаго конца опыта.						За исключеніемъ леща, который заснулъ черезъ 2 сутокъ, всѣ остальные рыбы по окончаніи опыта рѣзвы.												
						† обозначаетъ смерть рыбы. — * обозначаетъ потерю равновѣсія.																		

Опыты XXXIX—XXXXIII со сточной водой изъ уличныхъ трубъ Складочной, Лодейной и Поперечной улицъ.

XXXXIX опытъ со сточной водою изъ уличной трубы Складочной улицы. Разведение 1 : 5.							XXXXX опытъ со сточной водою изъ уличной трубы Складочной улицы. Разведение 1 : 10.							XXXXXI опытъ со сточной водою изъ уличной трубы Лодейной улицы. Разведение 1 : 5.										
Число и мѣсяцъ.	Время.		° воды въ граду- сахъ Цельсія.	Количество кисло- рода на 1 литръ воды въ куб. сант.	Плотва, 12 см. дл., 21,5 грм. вѣс.	Ершъ, 16 см. длин., 40 грм. вѣс.	Ершъ, 13 см. длин., 33 грм. вѣс.	Число и мѣсяцъ.	Время.		° воды въ граду- сахъ Цельсія.	Количество кисло- рода на 1 литръ воды въ куб. сант.	Плотва, 15 см. длин., 34 грм. вѣс.	Ершъ, 13 см. длин., 29 грм. вѣс.	Ершъ, 11 см. длин., 22,5 грм. вѣс.	Число и мѣсяцъ.	Время.		° воды въ граду- сахъ Цельсія.	Количество кисло- рода на 1 литръ воды въ куб. сант.	Плотва, 12 см. длин., 26 грм. вѣс.	Ершъ, 14 см. длин., 29 грм. вѣс.	Ершъ, 13 см. длин., 27 грм. вѣс.	
	ч.	м.							ч.	м.							ч.	м.						
16 IX	3	—	9,5	7,26				19 IX	4	—	9,5	7,40				16 IX	3	—	9,5	7,19				
	9	веч.	11	1,29					9	веч.	9	3,08					5	—						
17 „	9	ут.	11	2,41				20 „	9	ут.	9	3,50					6	25						
	2	—	12	2,74					2	—	10	3,32					6	50	6	1,64	*	†		
	9	веч.	12	2,90					9	веч.	11	3,05					7	—						
18 „	11	—						21 „	9	ут.	10	2,92												
	11	35				*	*		2	—	10,5													
									9	веч.	9,5	3,58												
18 „	1	ноч.					†	22 „	9	ут.	7,5	4,30												
	1	30							2	—	8	4,38												
	9	—	12	2,96					9	веч.	8	4,40												
	2	—	12,5																					
	9	веч.	12	2,73				23 „	9	ут.	5													
19 „	9	ут.	10	3,35					2	—	5,5													
	2	20			*				9	веч.	5,5	4,51												
	3	дня			†			24 „	9	ут.	5													
									2	—	6	4,65												
									9	веч.														
5 кратное разведение сточной жидкости оказа- лось еще крайне вреднымъ для рыбъ; ерши погибли чр. 34—35 час., плотва черезъ 3 сутокъ.							10 кратное разв. сточной жидкости больше уже не оказалось вреднымъ для опыtn. рыбъ.							Всѣ рыбы погибли въ 5 кратномъ разве- деніи сточной жидкости чрезвычайно быстро, черезъ 4 часа поколѣла послѣдняя.										

XXXXII опытъ со сточной водою изъ уличн. трубы Лодейной ул. Разведение 1 : 10.							XXXXIII опытъ со сточ. водою изъ уличн. трубы Поперечной ул. Разведение 1 : 5.								
Число и мѣсяцъ.	Время.		° воды въ граду- сахъ Цельсія.	Количество кисло- рода на 1 литръ воды въ куб. сант.	Язь, 16 см. длин., 39 грм. вѣс.	Ершъ, 11 см. длин., 21 грм. вѣс.	Ершъ, 12,5 см. дл., 26 грм. вѣс.	Число и мѣсяцъ.	Время.		° воды въ граду- сахъ Цельсія.	Количество кисло- рода на 1 литръ воды въ куб. сант.	Плотва, 11 см. дл., 19 грм. вѣс.	Щука, 15 см. длин., 28 грм. вѣс.	Ершъ, 13,5 см. дл., 29 грм. вѣс.
	ч.	м.							ч.	м.					
23 IX	6	веч.	9,5	7,35				11 IX	11	50	13	7,15			
	9	—	5	4,12					2	—	13	3,93			
24 „	9	ут.	5	3,18					6	—		2,09			
	2	—	6	1,59					10	веч.	12	1,60			
	9	веч.	5,5	1,32				12 „	8	ут.	10	1,29			
25 „	9	ут.	5	1,46					12	—	12	1,54			
	2	—	7						9	веч.	11,5	1,80			
	9	веч.	6,5	1,54				13 „	9	ут.	12	2,74			
26 „	9	ут.	4,5	2,92					2	—	13				
	2	—	5	3,18					9	веч.	13	3,24			
	9	веч.	5	3,17				14 „	9	ут.	10				
27 „	9	ут.	5,5						2	—	12	3,37			
	2	—	5,5						9	веч.	11				
	9	веч.	5,5	3,00				15 „	9	ут.	10,5				
28 „	9	ут.	4						2	—	12	3,54			
	6	веч.	5,5	3,05					9	веч.	11,5				
								16 „	9	ут.	10	3,70			
Разведение въ 10 разъ переносилось опыт- ными рыбами безъ всякихъ вредныхъ послѣд- ствій.							Всѣ рыбы находились въ сточной водѣ, вы- шеозначенной концентрации, въ теченіи 5 дней; перемѣшанная въ свѣжую воду онѣ оставались рѣзвыми и здоровыми, слѣдовательно даже 5 кратному разведению этой сточной жидкости нельзя было приписать вредн. вліян.							† обозначаетъ смерть рыбъ. — * обозначаетъ потерю равновѣсія.	

Опыты XLIV—XLVII со сточной жидкостью из помойной ямы двора.

XLIV опыт.							XLVI опыт.							XLVII опыт.										
Разведение 1 : 5.							Разведение 1 : 20.							Разведение 1 : 40.										
Число и месяц.		Время.	° воды в граду-сах Цельсия.	Конц. кислорода на 1 литр воды в куб. сант.	Язв. 23 см. длины, 80 гр. вѣс.	Ершъ, 14 см. дл., 23 гр. вѣс.	Ершъ, 13 см. дл., 22 гр. вѣс.									Число и месяц.		Время.	° воды в граду-сах Цельсия.	Конц. кислорода на 1 литр воды в куб. см.	Плотва, 10 см. дл., 16 гр. вѣс.	Ершъ, 12,5 см. дл., 20 гр. вѣс.	Налимъ, 17 см. дл., 50 гр. вѣс.	Щука, 17 см. дл., 40 гр. вѣс.
ч.	м.							Число и месяц.	ч.	м.	° воды в граду-сах Цельсия.	Конц. кислорода на 1 литр воды в куб. см.	Плотва, 11 см. дл., 17 гр. вѣс.	Ершъ, 16 см. дл., 34 гр. вѣс.	Линь, 16 см. дл., 45 гр. вѣс.	Щука, 22 см. дл., 51 гр. вѣс.	ч.	м.						
29 IX	2 — 7 — 9 веч. 9 30 10 веч.	9 7	6,90 1,6			†	*	9 X	9 ут. 4 — 8 веч.	8,5 9 8	7,02 4,24 2,99						13 X	9 ут. 1 — 5 — 9 веч.	9 9,5 9,5 9,5	6,92 6,21 5,10 5,16				
30 „	9 ут. 2 — 9 веч.	4,5 5 5	0,82					10 „	9 ут. 2 — 9 веч.	8 9 9	0,76 0,66 1,02						14 „	9 ут. 2 — 9 веч.	10 10,5 10	3,47 2,71 2,00				
1 X	9 ут. 2 — 9 веч.	4,5 6 5,5						11 „	9 ут. 2 — 9 веч.	9,5 10 10	1,19 1,27 1,32						15 „	9 ут. 2 — 9 веч.	10 11 11	1,64 1,11 1,19				
2 „	9 ут. 2 — 9 веч.	4,5 6 5,5	1,27					12 „	9 ут. 2 — 9 веч.	10,5 11 10,5	2,00						16 „	9 ут. 2 — 9 веч.	10,5 11 10,5	1,26				
3 „	9 ут.	5	1,93					13 „	9 ут. 2 — 9 веч.	9,5 9,5 9,5	2,12						17 „	9 ут. 2 — 9 веч.	10 10,5 10	2,35				
Оба ерша погибли быстро отъ дѣйствія сточной жидкости, — первый ершъ черезъ 5 часовъ, а второй черезъ 8 часовъ; язв заснуло въ водѣ, означенной концентрации, послѣ 3 дней и 19 часовъ.							14 „	9 ут. 2 — 9 веч.	10 10,5 10	2,30							18 „	9 ут. 2 — 9 веч.	10 11 10	2,46				
							15 „	9 ут. 2 — 9 веч.	10 11 11	2,33							19 „	9 ут. 2 — 9 веч.	10 11 11	2,80				
							16 „	9 ут. 2 — 9 веч.	10,5 11 10,5	2,12						†	20 „	9 ут. 2 — 9 веч.	10 10,5 10,5	3,04				
							17 „	9 ут. 2 — 9 веч.	10 10,5 10	2,26							21 „	9 ут. 2 — 9 веч.	10 10,5 9,5	3,10				
							18 „	9 ут. 2 — 9 веч.	10 11 10	2,60							22 „	9 ут. 2 — 9 веч.	8,5 10 9,5	3,17				
							19 „	9 ут. 2 — 9 веч.	10 11 11	3,24							23 „	9 ут. 2 — 9 веч.	8,5 9 10	3,58				
							20 „	9 ут. 2 — 9 веч.	10 10,5 10,5	3,32							24 „	9 веч. 2 — 9 веч.	10 10,5 10	3,72				
							21 „	9 ут. 2 — 9 веч.	10 10,5 9,5	3,35					*		25 „	9 ут. 2 — 9 веч.	10 10,5 10,5	3,85				
							22 „	9 ут. 2 — 9 веч.	8,5 10 9,5	3,48							26 „	9 ут. 2 — 9 веч.	10 11 10	4,06				
							23 „	9 ут.	8,5								27 „	9 ут.	9,5	4,30				

XLV опыт.								
Разведение 1 : 10.								
Число и мѣсяцъ.		Время.	° воды в граду-сахъ Цельсия.	Количество кисто-рода на 1 литръ воды в куб. сант.	Плотва, 12 см. дл., 20 гр. вѣс.	Ершъ, 13 см. длин., 20 гр. вѣс.	Линь, 17 см. длин., 50 гр. вѣс.	Щука, 15 см. длин., 32 гр. вѣс.
ч.	м.							
7 X	4 — 8 — 10 веч.	7 7,5	6,84 5,52 4,83					
8 „	8 ут. 2 — 8 веч.	8 8,5 8,5	1,87 1,45 1,39					*
9 „	9 ут. 11 — 1 10 1 30	8,5 9	1,44 1,57		*	†		
10 „	9 ут. 4 — 8 веч.	8 9,5 10,5	2,02 2,53					
11 „	9 ут. 2 — 9 веч.	9,5 10,5 10	2,60					
12 „	9 ут. 4 —	10,5 11	2,90					

Щука приняла уже через 22 часа боковое положение. Она была сейчас вынута и перемѣщена въ свѣжую воду, въ которой скоро оправилась. У плотвы наступила смерть чр. 1 день 21½ часа, у ерша наступила смерть чр. 1 день 19 часовъ; только линемъ переносилось 10 кратное разведение сточной жидкости безъ вредныхъ послѣдствій.

Щука и ерш заболѣли на третій день, тѣло этихъ рыбъ покрывалось бѣлыми овальными рѣзко выступающими пятнами. Щука заснула через 7 дней, у ерша смерть наступила через 11½ дней и 3 часа; линь и плотва не заболѣли и остались за все время опыта рѣзвыми.

Всѣ опытные рыбы по окончаніи опыта здоровы.

† обозначаетъ смерть рыбы — * обозначаетъ потерю равновѣсія.

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 приобретаетъ 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 прийти къ какимъ нибудь другимъ результатамъ. Всѣ пробы изъ сточныхъ каналовъ взяты въ 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 рыбы 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 погибли. При разведеніи 1 : 20 и 1 : 40 рыбы оставались въ продолженіе 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 приготовлялъ 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 впаденія 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 овальныя 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 приносила вреда рыбамъ, жидкость остальныхъ пробъ большею частью еще при разведеніи 1 : 10 вліяла вредно; разведеніе же въ 20 и 40 разъ большинство рыбъ переносило безъ вреда, за исключеніемъ весьма чувствительныхъ лещей, которые погибали и при этихъ разведеніяхъ. Сточная жидкость Ново-Рыночной ул. (опыты XXVII — XXX) въ рзведеніи 1 : 5 и 1 : 10 оказалась въ высшей степени губительной для рыбъ; разведеніе же въ 1 : 20 и 1 : 40 переносилось хорошо даже впродолженіе 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 исключением лещей, для других рыб казалась совершенно безвредной.

Чтобы убедиться не обладают ли сточные воды какой нибудь другой улицы более вредным действием, я произвел еще опыты с сточной жидкостью каналов Поперечной, Лодейной и Складочной улиц. Сточная жидкость Поперечной ул. оказалась безвредной даже при 5-кратном разведении; при таком же разведении пробы остальных двух улиц рыбы быстро умирали, разведение же в 10 раз не давало уже никаких вредных последствий.

Из всех этих опытов следует, что разведенная в 20 раз сточная жидкость уже более не оказывала вредное действие на опытных рыб, за исключением лещей. Weigelt, по окончании своих опытов, приходит к выводу, что производить продолжительные опыты в лаборатории весьма трудно и что для этой цели необходимы естественные воды, отвечающие требованиям и условиям жизни рыб. Этому взгляду и после него часто придерживались, однако я на основании своих наблюдений не совсем могу с ним согласиться. Что опыты в аквариумах не вполне соответствуют естественным условиям, с этим нужно согласиться, однако они представляют единственную возможность исследовать экспериментально влияние сточных вод на рыб. Что продолжительные опыты в аквариумах произвести возможно — доказано моими опытами. В большинстве случаев рыбы оставались в аквариумах, где производились опыты, 2 недели, переносились затем для дальнейшего наблюдения в аквариум с чистой свежей водой, также на 14 дней — однако ни опытные ни контрольные рыбы ни разу в продолжение столь продолжительного времени опытов не погибали. Небольшую щуку я держал в аквариуме с сточной жидкостью в 1 : 20 в продолжение целого месяца, однако никаких вредных последствий для этой рыбы я констатировать не мог, а ведь это довольно ясно говорит о возможности производить и очень продолжительные опыты.

II.

Глава I.

О загрязненіи рѣкъ и самоочиститель- ной способности ихъ.

Весьма важенъ вопросъ, въ какой степени загрязняется вода рѣки Эмбаха сточными водами фабрично-заводской промышленности и сточными водами самого города. Течение въ Эмбахѣ медленное и спокойное, только весной 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 течение — въ общемъ же скорость течения 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-

мых 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 біологическіе процессы.

Болѣе подробныя изслѣдованія самоочистительной способности рѣкъ были произведены прежде всего въ Англіи. Въ то время какъ вторая Rivers Pollution Commission¹⁾ важнѣйшими факторами самоочищенія рѣкъ считала разжиженіе и осажденіе и указывала на недостаточную длину англійскихъ рѣкъ для подобнаго процесса, Letheby²⁾ и его ассистентъ Tidy³⁾ утверждали, что, хотя самоочищеніе рѣкъ зависитъ и отъ осажденія, однако, главную роль играютъ біологическіе процессы и окисленіе органическихъ веществъ раствореннымъ въ водѣ кислородомъ. Въ Германіи уже Alex. Müller⁴⁾ держался того мнѣнія, что микроорганизмы воды производятъ самоочищеніе. Къ нему примкнулъ позже и Emich⁵⁾, который также доказалъ, что въ стерилизованной водѣ этотъ процессъ не происходитъ. — Frank⁶⁾, Heide⁷⁾, Prausnitz⁸⁾, Classen⁹⁾ отрицаютъ дѣятельность микроорганизмовъ въ самоочищеніи и всецѣло приписываютъ его осажденію.

Th. Weyl¹⁰⁾ 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. König¹⁾ же не видитъ въ осажде́ніи самоочище́нія, а находитъ самымъ важнымъ біологическіе процессы, принимая во вниманіе конечно еще и устройство береговъ, свойства и теченіе рѣки.

v. Pettenkofer²⁾, Pfeiffer и Eisenlohr³⁾, Воконгу⁴⁾ и Löw⁵⁾ приписываютъ самоочищеніе рѣкъ болѣею частью вегетациі 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 крахмалъ, способны превращать даже метиловый алкоголь и уксусную кислоту въ крахмалъ; слѣдовательно, они обладаютъ способностью удалять изъ воды органическіе отбросы.

Spitta⁶⁾ на основаніи своихъ изслѣдованій приходитъ къ другимъ выводамъ — онъ признаетъ дѣятельность водорослей, однако считаетъ ее слишкомъ незначительной. По его мнѣнію кислородъ воздуха и бактерии могутъ въ нѣсколько дней сдѣлать то, что водоросли въ продолженіе недѣль.

Uffelmann⁷⁾ считаетъ главнымъ разжиженіе, осажденіе и содѣйствіе бактерий, производящихъ окисленіе органическихъ веществъ; по его мнѣнію водоросли имѣютъ тоже побочное значеніе.

Schenk⁸⁾ присоединяется къ мнѣнію Uffelmann'a; онъ нашелъ въ Рейнѣ очень бѣдную вегетацию 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 бывають 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 Hulva¹⁾, наступаетъ 32 километра ниже Бреславля. Вода Дуная, по изслѣдованіямъ Heider'a²⁾, показываетъ свой первоначальный составъ за 40 километровъ за Вѣной. Prausnitz³⁾ констатируетъ, что Изаръ очищается на разстояніи 30 кил. отъ Мюнхена.

Тибръ, по изслѣдованіямъ Celli и Scala⁴⁾ очищается черезъ 40 кил.

Gräer⁵⁾ приписываетъ самоочищеніе Прегеля ниже Кенигсберга разведенію водою залива; до устья рѣки самоочищеніе происходитъ только въ незначительной степени.

Holz⁶⁾ 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.

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

Mutschler¹⁾ изслѣдоваль воду р. Аар у Берна. Однако, несмотря на значительныя количества поступающихъ въ воду хлора и органическихъ веществъ, содержаніе нитратовъ и нитритовъ онъ нашель 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 содержанія хлора. Можно констатировать даже увеличеніе количества кислорода, что авторъ ставить въ связь съ обиліемъ водорослей.

Ohlmüller²⁾ же находитъ вліяніе сточныхъ водъ на р. Nebel у Güstrow'a значительнымъ.

Fleck³⁾ нашель, что загрязненіе воды Эльбы насилу можно химически доказать, однако важнымъ моментомъ здѣсь является воспринятіе Эльбой близъ Дрездена большихъ количествъ почвенной воды.

При изслѣдованіи р. Bialka ниже и выше обоихъ городовъ, Bielitz'a и Bialk'i G a s c h⁴⁾ нашель слѣдующія цифры.

Bialka : Въ 1 L.	Взвѣшенныхъ веществъ	Растворенныхъ веществъ	Органическихъ веществъ	Извести	Магнези	Окиси мѣди	Серной кислоты	Хлора	Кремневой кис- лоты	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 городовъ Bielitz'a и Bialk'i . . .	1143,5	264,3	139,5	61,9	15,2	слѣды	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'a¹⁾ загрязненіе гавани Христіаніи 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 противный запахъ. Разжиженіе воспринятыхъ 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'a²⁾ зависитъ отъ спуска сточныхъ водъ города.

А. Раммуль³⁾, предпринявшій въ 1898 году химическо-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 Pettenkofer¹⁾ считаетъ дозволи-
тельнымъ спускъ сточныхъ водъ въ рѣку при 15—20 крат-
номъ разведеніи, если скорость теченія рѣки не меньше ско-
рости сточныхъ водъ въ городскихъ каналахъ (0,5—0,7),
Fränkel²⁾ допускаетъ только разведеніе по крайней мѣрѣ
въ 20, а Knoufer³⁾ — въ 50 разъ; Stearns⁴⁾ же нахо-
дитъ безопаснымъ только разведеніе въ 125 разъ.

Wolffhügel⁵⁾, Th. Weyl⁶⁾ и другіе считаютъ не
позволителнымъ спускъ сточныхъ водъ въ рѣки, пока недока-
зана полная безвредность этихъ водъ. Schlatter⁷⁾, кон-
статировавшій значительное загрязненіе Limmat'a сточными
водами Цюриха, требуетъ, чтобы процессъ самоочищенія загряз-
ненной сточными водами рѣки происходилъ въ вполнѣ необи-
таемой мѣстности.

Я вполнѣ 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, принадлежить 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-
сокій процентъ нитратовъ и хлоридовъ, но даже нитритовъ
0,0012 въ литрѣ, что одно уже дѣлаетъ воду въ высшей сте-

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

2, 3 и 4) Г. В. Хлопимъ. 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.

пени подозрительной. Бактеріологическое изслѣдованіе дало массу разжижающихъ желатину колоній, между которыми съ достовѣрностью можно было найдти *proteus vulgaris*. Поэтому вполне понятно, что часто вода Эмбаха предпочитается водѣ колодезь; послѣдняя является неудобной для домашняго обихода также и потому, что обладаетъ большою жесткостью.

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. Раммуль¹⁾. Поэтому я при своихъ изслѣдованіяхъ могъ ограничиться опредѣленіемъ только тѣхъ веществъ, которыя даютъ наиболѣе близкое указаніе на происходящее загрязненіе рѣчной воды городскими нечистотами и фабричными отбросами. Къ таковымъ принадлежатъ содержаніе амміака, раствореннаго кислорода, хлоридовъ, органическихъ веществъ. По проф. Хлопину²⁾ 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 Дисс.

Spitta¹⁾, Thudichum и Dibdin²⁾ въ последнее время въ особенности настаиваютъ на значеніи 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'a; растворы хлористаго марганца, гидрата окиси натрія и іодистаго калия 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., обѣ 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 отмѣчены 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 Неперга 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. Последнее 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

употребленного 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 употребленного марганцово-кислаго калия опредѣлялось въ кисломъ растворѣ. По предложенію König'a ¹⁾, Farnsteiner'a ²⁾ и Sell'a ³⁾ 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 Gesundheitstamte 1881. Bd. I, pag. 360.

обезцвѣчивалась уже во время кипяченія, то производилось дальнѣйшее разведеніе, иногда даже 10-кратное. Такъ какъ окисляемость также часто выражается въ KMnO_4 какъ й въ mg кислорода, то для лучшаго ориентированія я помѣстилъ на послѣдней таблицѣ также и соотвѣтствующія марганцово-кислomu калию 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 наиболѣе значительно во время наиболѣе низкаго стоянія уровня воды и наибольшей жары, т. е. лѣтомъ, то я отложилъ изслѣдованіе воды Эмбаха на іюль мѣсяцъ, который обыкновенно отличается большою сухостью и низкимъ стояніемъ воды.

Такъ какъ по Prausnitz'y, Blasius'y, Beckurts'y, Heider'y¹⁾

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

на составъ воды одной и той же рѣки сильно вліяють волны и вѣтеръ, сырость и сухость, высокій и низкій 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 Іюля	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.

Данныя 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 каждого 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 линіями 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 распредѣлилъ 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.

Ниже города у мызы „Ропкой“	1
Около 1 версты ниже города	2
Въ концѣ города, между кожевней и противупол. берегомъ	3
Между Рыночной улицей „ „ „	4
„ Амбарной и Луговой улицами	5
„ Складочной и Ивовой „	6
„ Соляной и Липовой ул. у дрожжеваго завода	7
„ Дровяной и Поперечной ул.	8
„ Новорыночной и Рыбнымъ рынкомъ	9
„ Купеческой и Гольмской ул.	10
„ Лавочной ул. и Сѣнной площадью	11
Непосредственно передъ Каменнымъ мостомъ	12
Между обоими мостами	13
„ Широкой и Русской улицами	14
У стоянки лодокъ непосредственно передъ Деревяннымъ мостомъ .	15
Между Маленьк. переулк. и противупол. берегомъ	16
„ Картофельной ул. у пивоварни и противупол. берегомъ . .	17
„ Дынной ул. и противупол. берегомъ	18
У 1 Техельферской аллеи	19
„ 2 „ „	20
Около 2-хъ верстъ выше города	21
У корчмы „Квистенталь“	22

Таблица I.			Таблица II.			Таблица III.		
Количество хлора в отфильтрованных пробах воды в миллиграммах на 1 л.			Количество растворенного в водѣ кислорода в куб. с. на литръ воды.			Количество кислорода, потребное на окисление орг. веш., содержащихся в литрѣ воды в миллиграммах на 1 л.		
На прав. берегу.	Среди рѣки.	На лѣв. берегу.	На прав. берегу.	Среди рѣки.	На лѣв. берегу.	На прав. берегу.	Среди рѣки.	На лѣв. берегу.
I 3,5	2,8	3,0	I 6,12	5,90	6,20	I 12,6	10,8	10,5
II 3,5	3,5	3,5	II 5,75	5,87	6,22	II 16,0	11,2	13,1
III 17,0	5,6	5,0	III 5,60	6,14	6,44	III 13,6	13,6	13,6
IV 14,2	5,6	4,2	IV 2,9	5,80	5,9	IV 112,0	13,7	14,4
V 11,3	5,6	5,6	V 4,75	5,77	5,8	V 28,8	14,4	16,0
VI 13,0	7,4	7,1	VI 5,73	6,19	6,27	VI 24,0	11,5	16,0
VII 8,5	7,1	19,8	VII 5,41	5,40	2,9	VII 12,8	11,5	98,4
VIII 5,6	4,2	6,0	VIII 5,40	5,36	3,55	VIII 13,6	12,8	59,5
IX 5,6	5,3	5,6	IX 5,52	5,53	5,51	IX 16,0	12,0	12,0
X 9,9	5,0	6,3	X 5,18	5,58	5,01	X 12,0	10,4	12,0
XI 5,6	4,2	7,1	XI 5,14	5,75	5,40	XI 16,0	10,4	18,4
XII 5,6	4,2	5,6	XII 5,49	5,65	5,78	XII 11,2	12,8	15,3
XIII 4,2	4,2	7,1	XIII 6,02	5,91	5,88	XIII 10,5	13,1	17,9
XIV 4,9	4,2	4,2	XIV 6,05	5,89	5,90	XIV 12,0	10,4	10,4
XV 5,6	5,0	7,8	XV 5,77	5,79	5,50	XV 11,8	13,1	19,5
XVI 6,3	4,2	4,2	XVI 5,80	5,64	5,34	XVI 12,0	11,2	12,1
XVII 18,4	5,6	5,6	XVII 5,20	5,38	5,83	XVII 31,0	11,5	12,1
XVIII 5,6	4,2	6,3	XVIII 5,71	5,90	5,35	XVIII 10,5	10,5	11,8
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
XXI 3,5	2,8	2,8	XXI 5,90	6,22	6,06	XXI 11,8	10,8	11,8
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 наименьшія 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, соотвѣтствующаго срединѣ рѣки, то оказывается, что въ срединѣ Эмбаха содержаніе хлора уже у II тебельферской 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 теxельферской 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 теxельферской аллеи, — однако нигдѣ вода не содержитъ столь равномерно высокихъ количествъ хлора, какъ ниже каменнаго моста.

Таблица II.

Количество растворенного 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 обоихъ береговъ, поэтому, чѣмъ ниже становится эта цифра, тѣмъ большее должно быть загрязненіе воды въ соответствующихъ мѣстахъ. Опредѣленіе растворенного 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 мѣстъ, 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 тегельферской 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 обоихъ 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 соотвѣтствующихъ 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 тефельферской 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 загрязнение обоих берегов в район города.

Несколько менее значительную разницу в потреблении кислорода дают пробы взятые в средине реки: между тем как выше города его требуется 9,6—10,8 мг. (XX—XXII), у Гельферской аллеи (XIX) количество потребленного кислорода повышается до 11,2 мг., в дальнейшем же течении понижается затѣм до 10,5 мг., чтобы по мѣстам подняться опять даже до 13,1 мг.; выше же всего эти цифры (V—III) у Амбарной ул. —14,4 мг., у Рыночной — 13,7 мг., у кожевни в концѣ города —13,6 мг., откуда начинается постоянное понижение, доходящее до 10,8 мг. (I), что опять таки говорить за значительное загрязнение воды Эмбаха ниже каменного моста у выхода его изъ черты города. Гораздо болѣе значительны количества кислорода, потребныя для окисления органическихъ веществъ, у обоихъ береговъ Эмбаха. У правого берега возлѣ угла пивоварни „Gambrius“ (XVII) 31,0 мг, у Купеческой ул. (XI)—16 мг, у Новорыночной (IX)—16 мг, у Складочной (VI)—24 мг, у Амбарной (V)—28,8 мг, у Рыночной ул. (IV)—112 мг, и у кожевни (III)—13,6 мг; все это цифры, которыя съ полной очевидностью доказываютъ, какъ сильно загрязненъ весь правый берегъ ниже каменного моста, въ особенности къ концу города. Не меньшее значение для сужденія о загрязненіи реки имѣютъ цифры, полученныя у лѣваго берега; такъ, непосредственно предъ деревяннымъ мостомъ (XV)—19,5 мг, передъ каменнымъ мостомъ (XII)—15,3 мг, посрединѣ между обоими мостами (XIII)—17,9 мг, у Сѣнной площади (XI)—18,4 мг, у Поперечной ул. (VIII)—59,5 мг, у дрожжевого завода у Липовой ул. (VII)—98,4 мг, и напротивъ Амбарной и Складочной (V и VI)—16 мг, съ какого мѣста (V—I) цифры постоянно уменьшаются и у имѣнія Ропкой доходятъ до 10,5 мг. Эти числа говорятъ ясно всего сколь сильно загрязнены оба берега Эмбаха, въ особенности ниже каменного моста.

Конечная таблица.

Въ конечной таблицѣ я наглядно сопоставилъ полученные при анализѣ результаты, причемъ 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 mg. 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 NH_3 в одном литре воды — на расстоянии 1 сажени от этого места, как я потом убедился, 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 1,5 mg. и у кожевни — 1,0 mg. (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 посреди рѣки; выше купальни я еще нашел 0,5 mg. NH_3 на литр (проба 14.). Во всяком случае непростительно устраивать купальню в столь сильно загрязненном месте, 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 ширине рѣки между Дровяной и Поперечной улицами (Проб. 25, 26, 27) — 0,25, — 0,20, — 0, 50, у лѣвого берега у дрожжевого завода (проба 24.) — 2 mg., затем обе пробы правого берега у Лавочный и Купеческой ул. и лѣвый берег у Сѣнной площади. Выше каменного моста содержание аммиака во всяком случае меньше значительно: у лѣвого берега между обоими мостами оно достигает 0,4 resp. 0,45 mg. (проба 39 и 42), у правого берега эта цифра только выше нормы у деревянного моста, в месте стоянки лодок, и у завода „Самбѣрус“ (проба 46, 52 и 55), далее вверх количество NH_3 все понижается и выше города мы находим только слѣды аммиака в рѣчной водѣ (пробы 56—70).

Присутствие сероводорода удалось доказать только в

пробѣ 12, взятой у Рыночной ул. на разстояніи одной сажени отъ берега, вблизи купальни, нѣсколько ниже мѣста впаденія сточной воды газоваго завода, что вполне доказываетъ, что сточная вода до ея спуска въ рѣку не освобождается даже отъ этого ядовитаго соединенія.

Если внимательно просмотримъ еще разъ всѣ 70 пробъ этой таблицы, то найдемъ, что нѣкоторыя пробы при очень небольшихъ количествахъ раствореннаго въ водѣ кислорода одновременно требуютъ большія количества кислорода, потребнаго для окисленія органическихъ веществъ, и содержатъ значительныя количества хлора и амміака; имѣя въ виду это обстоятельство, мы во всякомъ случаѣ не ошибемся, если обозначимъ какъ разъ тѣ мѣста Эмбаха, гдѣ взяты указанныя пробы, загрязненными разнаго рода нечистотами. Это наблюдается въ пробахъ 12, 16, 24, 27, 52 и 55; поэтому тѣ мѣста, гдѣ взяты перечисленныя пробы, должны быть признаны въ высшей степени загрязненными. Проба 12, почерпнутая у праваго берега у Рыночной улицы, даетъ помимо высокаго содержанія амміака и сѣроводородъ, что прямо говоритъ за загрязненіе берега сточными водами — здѣсь въ этомъ загрязненіи воды большей частью виноватъ газовый заводъ. Черный илъ покрываетъ берегъ вплоть до купальни и всякій разъ, когда въ этомъ мѣстѣ проходитъ паролъ образующимися отъ него волнами поднимаются находящіяся у берега массы ила, рѣка до самой середины представляется мутной, сѣровато-грязнаго цвѣта, и проходитъ довольно много времени, пока эти массы ила опять осадутъ на дно. Нужно поэтому удивляться, что для купальни выбрано какъ разъ столь загрязненное мѣсто. Пробы 16 и 19, взятые съ праваго 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 въ 1 метръ и доходитъ почти до самой поверхности воды; съ дна рѣки постоянно поднимаются

большіе пузыри газовъ, что указываетъ на происходящіе 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, взятые у Купеческой и Лавочной ул. возлѣ рынка, даютъ также подозрительныя 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 „Gambrinus“. Далѣе пробы 58 и 59, взятые у I теxельферской 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. Вѣдь 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, взятыми 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 газового 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 менѣе 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. Опре́дленіе количества хлора въ водѣ даетъ намъ наиболѣе точное указаніе о большемъ или меньшемъ загрязненіи рѣки разнаго рода отбросами. Опре́дленіе 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.

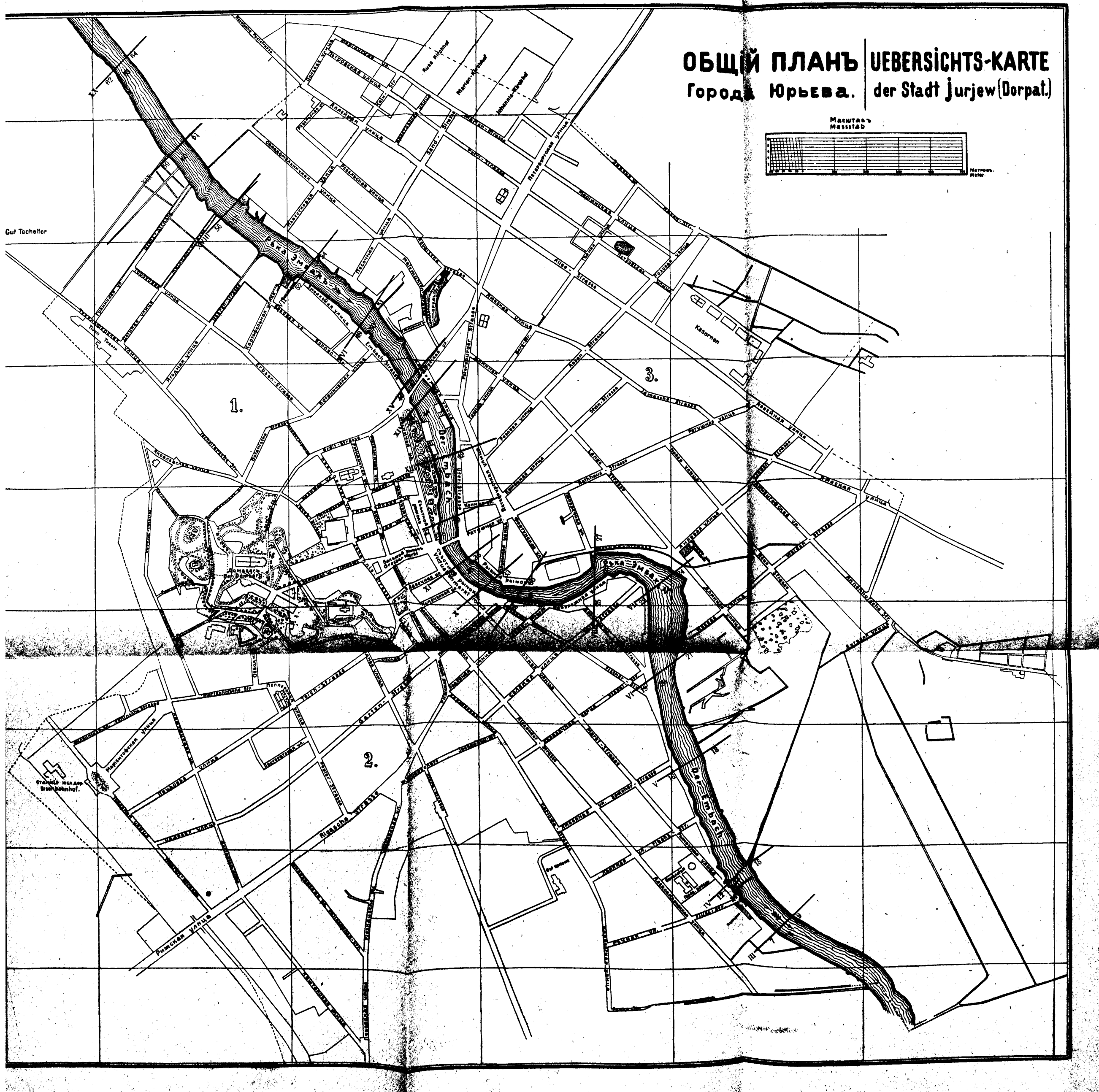
Положенія.

1. Въ городахъ, не имѣющихъ водопроводовъ, въ виду санитарныхъ интересовъ населенія, слѣдовало бы запретить спускать въ районъ города въ рѣку фабричныя отбросы и городскія нечистоты.
2. Сточные 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 физиологія непремѣнно 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.

Мѣста взятія пробъ.		Число и мѣсяцъ.	Время.	° воздуха въ градусхъ Цельсія.	° воды въ градусхъ Цельсія.	Барометрическое давленіе въ миллиметрахъ.
№ 1.	Нижне города у мызы „Ропкой“ съ праваго берега Эмбаха	28 VII	h. m. 11 50 а.	20,5	170	749,9
№ 2.	„ „					

Осадки в миллиметрах.		Направление и скорость ветра : километры в час.	Уровень реки Эмбаха в метрах над уровнем моря.	Реакция воды.	Растворен. в воде кислород в куб. сант.	Окисленность воды, выраж. в граммах КМпО ₄	Конц. кислорода потребное на окисл. орг. веществ. в литр. воды.	Аммиак.	Хлор.	Н ₂ S.	№№
h 7-21	h 21-h										
—	17,4	SW 14,7	29,51 + 1,25	слабо щелочн.	6,12	0,0500	0,0126	следы	0,0035	0	1.
"	"	"	"	"	5,90	0,0429	0,0108	"	0,0028	0	2.
"	"	WSW 17,9	"	щелочн.	6,20	0,0417	0,0105	"	0,0030	0	3.
"	"	"	"	слабо щелочн.	5,75	0,0632	0,0160	"	0,0035	0	4.
"	"	"	"	щелочн.	5,87	0,0442	0,0112	"	0,0035	0	5.
"	"	NE 9,0	29,51 + 1,28	щелочн.	6,22	0,0518	0,0131	"	0,0035	0	6.
"	"	"	"	слабо щелочн.	5,70	0,0543	0,0137	+	0,0113	0	7.
"	"	"	"	"	6,14	0,0474	0,0136	+	0,0056	0	8.
"	"	"	"	"	6,44	0,0537	0,0136	"	0,0050	0	9.
"	"	"	"	щелочн.	5,60	0,0537	0,0136	0,0010	0,0170	0	10.
"	"	NNE 7,4	"	"	5,70	0,0518	0,0131	0,0015	0,0269	0	11.
"	"	NNE 9,0	"	сильно щелочн.	2,90	0,4424	0,1120	0,0200	0,0142	+	12.
"	"	"	"	щелочн.	5,80	0,0543	0,0137	+	0,0056	0	13.
"	"	"	"	"	5,80	0,0600	0,0152	0,0005	0,0099	0	14.
"	"	NNE 13,9	"	"	5,90	0,0568	0,0144	+	0,0042	0	15.
"	"	"	"	"	4,75	0,1137	0,0288	+	0,0113	0	16.
"	"	"	"	"	5,77	0,0568	0,0144	+	0,0056	0	17.
"	"	"	"	"	5,80	0,0632	0,0160	+	0,0056	0	18.
"	"	NNE 9,0	"	"	5,73	0,0948	0,0248	+	0,0127	0	19.
"	"	S 13,1	29,51 + 1,25	слабо щелочн.	6,19	0,0455	0,0115	+	0,0074	0	20.
"	"	NNE 9,0	29,51 + 1,28	щелочн.	6,27	0,0632	0,0160	+	0,0071	0	21.
4,9	1,7	WSW 15,5	29,51 + 1,23	"	5,41	0,0505	0,0128	+	0,0085	0	22.
4,9	1,7	WSW 15,5	29,51 + 1,23	сильно щелочн.	5,40	0,0455	0,0115	+	0,0071	9	23.
"	"	"	"	щелочн.	2,90	0,3886	0,0984	0,0020	0,0198	0	24.
"	"	WSW 14,7	"	"	5,40	0,0537	0,0136	0,00025	0,0056	0	25.
"	"	"	"	"	5,36	0,0505	0,0128	0,0002	0,0042	0	26.
"	"	W 8,2	"	"	3,55	0,2351	0,0595	0,0005	0,0060	0	27.
"	"	WSW 14,7	"	"	5,52	0,0632	0,0160	+	0,0056	0	28.
"	"	W 8,2	"	"	5,53	0,0474	0,0120	+	0,0053	0	29.
"	"	"	"	"	5,51	0,0474	0,0120	+	0,0056	0	30.
0,0	—	SSW 7,4	"	"	5,18	0,0474	0,0120	0,0010	0,0099	0	31.
4,9	1,7	W 8,2	"	"	5,58	0,0418	0,0104	+	0,0050	0	32.
0,0	—	SSE 7,4	"	"	5,01	0,0474	0,0120	+	0,0063	0	33.
4,9	1,7	W 9,8	"	"	5,14	0,0632	0,0160	0,0007	0,0056	0	34.
"	"	WSW 9,8	"	"	5,75	0,0418	0,0104	+	0,0042	0	35.
0,0	—	SSE 7,4	"	"	5,40	0,0728	0,0184	0,0003	0,0071	0	36.
0,2	5,4	SW 0,6	29,51 + 1,25	"	5,49	0,0442	0,0112	+	0,0056	0	37.
"	"	"	"	"	5,65	0,0505	0,0128	+	0,0042	0	38.
"	"	"	"	"	5,78	0,0606	0,0153	0,00045	0,0056	0	39.
"	"	SW 9,8	"	"	6,02	0,0417	0,0105	+	0,0042	0	40.
"	"	"	"	"	5,91	0,0518	0,0131	следы	0,0042	0	41.
"	"	"	"	сильно щелочн.	5,88	0,0707	0,0179	0,0004	0,0071	0	42.
"	"	"	"	щелочн.	6,05	0,0474	0,0120	+	0,0049	0	43.
"	"	"	"	слабо щелочн.	5,89	0,0410	0,0104	следы	0,0042	0	44.
0,0	—	SW 12,3	"	щелочн.	5,90	0,0410	0,0104	+	0,0042	0	45.
"	"	SSW 12,3	"	"	5,77	0,0467	0,0118	0,0002	0,0056	0	46.
"	"	"	"	"	5,78	0,0518	0,0131	+	0,0050	0	47.
"	"	SSW 11,4	"	"	5,50	0,0771	0,0195	+	0,0078	0	48.
"	"	"	"	"	5,80	0,0474	0,0120	0,00018	0,0063	0	49.
"	"	"	"	"	5,64	0,0462	0,0112	+	0,0042	0	50.
"	"	"	"	"	5,34	0,0482	0,0121	+	0,0042	0	51.
"	"	WSW 14,7	"	сильно щелочн.	5,20	0,1226	0,0310	0,0030	0,0184	0	52.
"	"	"	"	щелочн.	5,38	0,0455	0,0115	+	0,0056	0	53.
"	"	"	"	"	5,83	0,0482	0,0121	+	0,0056	0	54.
0,3	9,5	SW 15,5	"	"	5,30	0,0758	0,0192	0,0010	0,0113	0	55.
"	"	"	"	"	5,71	0,0417	0,0105	+	0,0056	0	56.
"	"	"	"	слабо щелочн.	5,90	0,0417	0,0105	следы	0,0042	0	57.
"	"	"	"	щелочн.	5,35	0,0467	0,0118	+	0,0063	0	58.
"	"	"	"	"	5,44	0,0493	0,0124	+	0,0061	0	59.
"	"	"	"	слабо щелочн.	5,61	0,0442	0,0112	следы	0,0050	0	60.
"	"	SW 16,3	"	"	5,65	0,0410	0,0104	"	0,0042	0	61.
"	"	"	"	"	5,70	0,0467	0,0118	"	0,0042	0	62.
"	"	"	"	"	5,78	0,0398	0,0099	"	0,0042	0	63.
"	"	"	"	"	5,50	0,0568	0,0144	+	0,0042	0	64.
—	17,4	WSW 17,1	"	щелочн.	5,90	0,0467	0,0118	+	0,0035	0	65.
"	"	"	"	слабо щелочн.	6,22	0,0429	0,0108	следы	0,0028	0	66.
"	"	"	"	"	6,06	0,0467	0,0118	"	0,0028	0	67.
"	"	SW 18,7	"	"	6,21	0,0467	0,0118	"	0,0035	0	68.
"	"	"	"	"	5,90	0,0379	0,0096	"	0,0028	0	69.
"	"	"	"	"	5,70	0,0505	0,0128	"	0,0028	0	70.

ОБЩІЙ ПЛАНЪ **UEBERSICHTS-KARTE**
Города Юрьева. der Stadt Jurjew (Dorpat).



Оглавление.

Предисловіе	Стр. 5
Введеніе	8
I.	
Литературная часть.	
Глава I. Вредъ городскихъ и промышленныхъ отбросовъ для проточ- ныхъ водъ въ гигиеническомъ и промышленномъ от- ношеніяхъ	13
Глава II. Вредъ для рыбной промышленности	20
Глава III. Работы, относящіяся къ экспериментальнымъ изслѣдова- ніямъ этого вопроса	26
Собственные изслѣдованія.	
Глава IV. Экспериментальная часть	38
Методика химическаго анализа	44
А. Сточная вода городского газоваго завода	58
В. Сточная вода желѣзо- и чугуно-литейнаго завода	83
С. Сточная вода дрожжевой фабрики	94
Д. 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.	