

Проф. Мансфельдъ Мерриманъ.



ЭЛЕМЕНТЫ САНИТАРНОЙ ТЕХНИКИ

(Водопроводы и канализация.)

Съ 40 рисунками и 16 таблицами въ текстъ.



К

Переводъ съ англійскаго

подъ редакціей

Д. П. Рузскаго,

Профессора Кіевскаго Политехническаго Института.



ИЗДАНИЕ КНИГОПРОДАВЦА Н. Я. ОГЛОВЛИНА.

С.-Петербургъ,
Екатерининская, № 4.



Кіевъ,
Крещатикъ, № 33.

1906.

Дозволено Директоромъ Кіевского Политехническаго Института.

КІЕВЪ.

Тип. Р. К. Лубковскаго, Б.-Владимірская ул., № 49. Тел. № 5.
1906.

ОГЛАВЛЕНІЕ.

	Стран.
Предисловіе редактора	1
Таблица мѣръ	2
Глава I. Санитарія	3—40
1. Введеніе. 2. Историческія замѣтки. 3. Классификація болѣзней. 4. Статистика смертности. 5. Бактеріологія. 6. Органическая матерія. 7. Нечистота и болѣзнь. 8. Нечистый воздухъ и болѣзнь. 9. Питъевая вода и болѣзнь. 10. Примѣси въ обыкновенной водѣ. 11. О химическомъ анализѣ воды. 12. Біологическій анализъ воды. 13. Толкованіе результатовъ анализа. 14. Результаты санитарной науки.	
Глава II. Вода и ея очищеніе	41—78
15. Осадки. 16. Испареніе, стеканіе и просачиваніе. 17. Дождевая вода. 18. Поверхностныя воды. 19. Почвенная вода. 20. Резервуары. 21. Осажденіе и азранія. 22. Естественная фильтрація. 23. Искусственные способы очищенія воды. 24. Химическіе и электрическіе методы. 25. Прощиваніе. 26. Механическіе фильтры. 27. Искусственная фильтрація. 28. Операнія фильтрованія.	
Глава III. Водоснабженіе.	79—128
29. Классификація. 30. Потребленіе воды. 31. Объемъ сборныхъ резервуаровъ. 32. Земляныя плотины. 33. Каменныя пло-	

тины. 34. Устройство водосливовъ и прокладка трубъ въ плотинѣ. 35. Акведуки. 36. Напорныя трубы. 37. Распределительные резервуары. 38. Насосы накачиваніе. 39. Паровой насосъ. 40. Накачиваніе въ резервуары. 41. Непосредственное накачиваніе. 42. Танки и напорныя колонны. 43. Уличныя трубы и пожарные краны. 44. Водомѣры и домовыя трубы.

Глава IV. Канализація 129—167

45. Историческія замѣтки. 46. Приемники домовыхъ нечистотъ. 47. Домовая канализація. 48. Классификація системъ. 49. Смѣшанная система. 50. Раздѣльная система. 51. Размѣры коллекторовъ. 52. Конструкція коллекторовъ. 53. Вентиліяція и чистка. 54. Перекачиваніе нечистотъ насосами. 55. Вакуумъ—система. 56. Система Shop'a. 57. Стоимость и обложеніе.

Глава V. Удаленіе мусора и обезвреживаніе нечистотныхъ водъ 168—202

58. Чистка улицъ. 59. Удаленіе домашнего мусора. 60. Сожиганіе отбросовъ. 61. Варка отбросовъ. 62. Чистка выгребныхъ ямъ. 63. Нечистотныя жидкости и ихъ разложеніе. 64. Сплавленіе нечистотъ въ рѣвки. 65. Процѣживаніе и аэрація. 66. Химическое осажденіе. 67. Перемежающаяся фильтранія. 68. Поля орошенія. 69. Заключение.

Предисловіе редактора.

Въ настоящее время, когда у насъ въ Россіи среди дѣятелей городского самоуправления и среди инженеровъ интересъ къ санитаріи вообще и къ санитарной Technikѣ въ частности замѣтно увеличивается, чувствуется большая потребность въ соответствующей литературѣ на русскомъ языкѣ. Въ виду этого переводъ книги профессора Мансфельда Мерримана: „Элементы санитарной техники“ казался мнѣ своевременнымъ, почему я съ удовольствіемъ принялъ на себя трудъ по его редактированію. Книга эта, конечно, не можетъ претендовать на вниманіе специалистовъ по этимъ вопросамъ, такъ какъ она, являясь прекраснымъ образцомъ той научно-популярной литературы, при помощи которой полезныя знанія распространяются въ Америкѣ въ широкихъ кругахъ общества, не можетъ дать имъ ничего новаго. Зато она должна оказать серьезную помощь, во-первыхъ, тѣмъ лицамъ, которые, не имѣя спеціального образованія, по тѣмъ или инымъ причинамъ интересуются санитарной техникой, такъ какъ даетъ имъ возможность ориентироваться въ этой области; во-вторыхъ, начинающимъ изученіе этихъ вопросовъ инженерамъ и будущимъ инженерамъ, студентамъ: снабдивъ небольшимъ запасомъ элементарныхъ свѣдѣній, она, несомнѣнно, направитъ ихъ по надлежащему пути къ дальнѣйшему и болѣе серьезному изученію даннаго предмета.

Сравненіе мѣръ, встрѣчающихся въ текстѣ, съ русскими.

1 англ. дюймъ=1 русск. дюйму.

1 англ. футъ=1 русск. футу.

1 ярдъ=прибл. 3 фут.

1 англ. миля=5280 фут.=прибл. $1\frac{1}{2}$ верст.

1 акръ=0,37 десятины.

1 галлонъ=0,35 ведра.

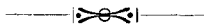
1 англ. фунтъ=1,1 русск. фунта.

1 долларъ=прибл. 2 рубл.

1 центъ=0,01 долл.=прибл. 2 коп.

1 британская теплов. единица=прибл. $\frac{1}{4}$ больш. калорій.

1 тонна=2240 англ. фунт.=прибл. 62 пудамъ.



Глава I.

Санитарія.

I. Введеніе.

Санитарія имѣетъ цѣлю изученіе способовъ оздоровленія населенныхъ мѣстностей и предотвращенія распространенія въ нихъ заразныхъ болѣзней.

Въ то время какъ гигиена занимается сохраненіемъ здоровья индивидуума или-же въ крайнемъ случаѣ семьи, санитарія преслѣдуетъ ту-же цѣль по отношенію къ цѣлому обществу людей, составляющихъ въ совокупности населеніе города или деревни, для чего требуется совмѣстная дѣятельность врачей, инженеровъ и гражданскихъ властей. Область изслѣдованій санитаріи чрезвычайно обширна. Она включаетъ въ себя разработку статистики смертности и заболѣваемости; она изслѣдуетъ вопросы объ изолированіи инфекціонныхъ больныхъ, дезинфекціи жилыхъ помѣщеній, устройствѣ госпиталей, погребеніи умершихъ и т. п. Къ области санитаріи относится также вопросъ о законодательствѣ противъ порчи воды, воздуха и пищевыхъ продуктовъ; имѣя въ виду здоровье и комфортъ человѣчества, она трактуетъ о способахъ отопленія и вентиляціи публичныхъ зданій; о снабженіи населенныхъ мѣстъ достаточнымъ количествомъ чистой воды, объ осушеніи ихъ почвы и удаленіи изъ нихъ всякаго рода мусора и отбросовъ. Для изслѣдованія и рѣшенія всѣхъ этихъ вопросовъ, санитарія пользуется выводами біологіи, химіи, медицины, физики и инженернаго искусства и вырабатываетъ обязательныя правила, которыя проводятся въ жизнь при помощи законодательства и авторитета гражданскихъ властей.

Въ виду обширности области санитарнаго знанія, въ этой главѣ мы займемся только той ея частью, которая непосредственно относится къ инженерному дѣлу. Инженеру, конечно, трудно знать основательно біологію и химію, но все таки онъ долженъ относиться сознательно къ тѣмъ ихъ выводамъ, которые имѣютъ отношеніе къ санитарной техники. Онъ не можетъ также знать и медицины во всемъ ея объемѣ, но долженъ быть знакомъ со способами предупрежденія распространенія заразныхъ болѣзней; ему невозможно глубоко изучить социальныя науки и законодательства, но ему полагается имѣть свѣдѣнія о методахъ собиранія статистическаго матеріала и о способахъ проведенія въ жизнь санитарныхъ правилъ. Цѣль этой главы—дать краткое понятіе объ указанныхъ выше вопросахъ съ тѣмъ, чтобы познакомить студентовъ со всею областью санитарнаго знанія и дать имъ возможность, какъ будущимъ инженерамъ, болѣе сознательно кооперировать съ другими специалистами въ дѣлѣ улучшенія санитарныхъ условій общества.

Инженерное искусство есть искусство строить дешево, т. е. производить сооруженія для общественныхъ нуждъ съ минимальными затратами на постройку и на эксплуатацію. Многие, даже и не подготовленные къ этой области научно, могутъ, пожалуй, построить желѣзную дорогу, водопроводъ и т. п., но несомнѣнно, что цѣна этихъ сооруженій будетъ выше, а коэффициентъ полезнаго дѣйствія ниже, чѣмъ въ подобномъ же сооруженіи, произведенномъ подъ руководствомъ научно-подготовленнаго инженера.

Согласно опредѣленію Теллфорда, инженеромъ можетъ называться тотъ, кто умѣетъ пользоваться матеріалами, доставляемыми природой и ея силами на пользу человѣка и, прибавляемъ мы отъ себя, ставить себѣ задачей достигнуть этого при наименьшихъ затратахъ на сооруженіе и эксплуатацію.

Санитарная техника есть отдѣлъ инженернаго искусства, занимающійся изученіемъ сооруженій, которыя имѣютъ цѣлью улучшить санитарное состояніе населенныхъ мѣстностей. Изъ этихъ сооруженій наиболѣе важными являются сооруженія водопроводныя и канализаціонныя. Изученіе ихъ составляетъ предметъ слѣдующихъ главъ.

Водопроводъ, доставляющій въ достаточномъ количествѣ чистую воду, и канализанія, удовлетворяющая своему назначенію, считаются во всемъ мірѣ дѣйствительными условіями противъ распространенія заразныхъ болѣзней.

Эти сооруженія, съ соблюденіемъ должной экономіи, составляютъ главную работу санитарнаго инженера.

2. Историческія замѣтки.

По имѣющимся свѣдѣніямъ, древнѣйшій санитарный кодексъ былъ данъ въ книгѣ Левита для руководства израильтянъ во время ихъ путешествія по Аравійской пустынѣ; появленіе этого кодекса относится приблизительно къ 1490 году до Р. Х.

Онъ трактуетъ о сортахъ мяса, годныхъ для употребленія, о степени кровнаго родства, не допускающаго брака; онъ касается также освидѣтельствванія и изолированія больныхъ, главнымъ образомъ, прокаженныхъ. Однако этотъ кодексъ не даетъ указаній относительно необходимыхъ свойствъ питьевой воды и удаленія нечистотъ и отбросовъ. Замѣчательно то, что благодаря именно строгому соблюденію уже этихъ немногихъ санитарныхъ правилъ, еврейская нація пріобрѣла свою, извѣстную всѣмъ, живучесть.

Надпись на Моавитскомъ камнѣ временъ возмущенія царя Моавитинъ—Меши противъ израильтянъ въ 900 году до Р. Х. гласитъ, что Меша построилъ два провода для воды и велѣлъ городу Кархѣ поставить во всѣхъ домахъ цистерны. Еще ранние этого Египтяне строили резервуары и каналы для ирриганіонныхъ цѣлей. Навуходоносоръ, подобно Египтянамъ, соорудилъ около Вавилонна резервуары и каналы приблизительно въ 590 году до Р. Х. Іерусалимъ снабжался водой при помощи подземныхъ акведуковъ, изъ которыхъ нѣкоторые существуютъ и въ настоящее время.

Сначала Римляне строили каналы для дренажа и ирригаціи и только позднѣе они соорудили обширную систему акведуковъ для водоснабженія Рима и другихъ городовъ. Въ 97 г. послѣ Р. Х. эти сооруженія были описаны военнымъ инженеромъ Фронтиніусомъ, бывшимъ въ то время имперскимъ комиссаромъ. Онъ сообщаетъ, что 30 миль этихъ акведуковъ были построены надъ землей на аркахъ и 220

миль проведены подъ землей. Позднѣе это сооруженіе было расширено, такъ что 14 отдѣльныхъ акведуковъ имѣли въ совокупности длину въ 359 миль. Согласно многочисленнымъ указаніямъ, эти акведуки доставляли Риму около 300 милліоновъ галлоновъ воды въ день, т. е. около 300 галлоновъ въ день на человѣка, такъ какъ населеніе города равнялось одному милліону.

Однако-же, новѣйшія изслѣдованія по этому вопросу, принадлежащія Herschel'у, указываютъ на то, что эти данныя сильно преувеличены и что количество воды, доставляемое въ день этому городу, не превосходило, вѣроятно, 50 галлоновъ на человѣка. Но даже и этого количества воды было болѣе чѣмъ достаточно для удовлетворенія какъ домашнихъ, такъ и общественныхъ потребностей.

Послѣ раздѣла Римской Имперіи, около 300 лѣтъ послѣ Р. Х., и послѣдующихъ завоеваній ея варварами, великолѣпныя водопроводы и дороги пришли въ упадокъ и Европу объѣлъ болѣе чѣмъ на 1000 лѣтъ умственный и социальный мракъ.

Къ сожалѣнію, по ученію христіанской религіи этого періода опрятность считалась роскошью, несомвѣстимою съ благочестіемъ, тогда какъ тѣлесная нечистоплотность являлась первымъ признакомъ внутренней набожности и даже святости. Мало культурный народъ этого времени слѣпо слѣдовалъ обычаямъ, установленнымъ монашескими орденами; купаніе игнорировалось, одежда и жилища были грязны, а улицы загромождены разнаго рода мусоромъ и человѣческими экскрементами. Результатомъ такого жестокаго нарушенія принциповъ санитаріи былъ цѣлый рядъ ужасныхъ эпидемій, распространившихся по всей Европѣ. Говорятъ, что одна изъ нихъ, извѣстная подъ именемъ „Черная Смерть“, унесла 40000000 жертвъ со времени своего перваго появленія въ 14 столѣтіи.

Образъ жизни престопаго въ то время былъ еще болѣе возмутительный, чѣмъ образъ жизни варварскихъ племенъ нашего времени. Угнетаемый феодалами и духовенствомъ, имѣя при этомъ лишь немногія гражданскія права и лишенный свободы мысли, онъ всецѣло проникся суевѣріями своего вѣка.

Возрожденіе наукъ, изобрѣтеніе книгопечатація и открытіе Америки, характеризующія конецъ 15 вѣка, прокладываютъ путь религіозной реформѣ 16 вѣка.

Къ этому же времени относится борьба за свободу мысли и свободу совѣсти, не вполне законченная и до нашихъ дней.

Позднѣе, изученіе законовъ природы, изгоняя постепенно суевѣрія, привело къ убѣжденію, что болѣзни и эпидеміи не суть наказанія, а прямое слѣдствіе невниманія людей къ принципамъ санитаріи. Хотя Гарвей уже въ 1619 году открылъ законы кровообращенія, тѣмъ не менѣе этотъ феноменъ былъ понятъ надлежащимъ образомъ только лишь послѣ открытія Пристлеемъ кислорода въ 1774 г. Наряду съ этими открытіями, медицина медленно освобождалась отъ опутывающихъ ее предразсудковъ и стала искать методовъ леченія болѣзней не въ произвольныхъ фантазіяхъ, а въ строгомъ наблюденіи фактовъ дѣйствительности.

Насколько медленно человѣчество прогрессировало вообще отъ 15 до конца 18 вѣка, можно судить по тому факту, что когда Дженнеръ въ 1798 году обнародовалъ свое открытіе о прививкѣ оспы, какъ средствѣ предохраненія отъ зараженія этой болѣзни, то какъ доктора, такъ и духовенство единодушно напали на него и осмѣяли самымъ жестокимъ образомъ.

Въ теченіе первой четверти 19 столѣтія были усовершенствованы самые существенные элементы желѣзнодорожнаго движенія, что имѣло слѣдствіемъ значительное развитіе обращенія товаровъ и торговли и открыло эру матеріальнаго прогресса, имѣющаго сильное вліяніе на развитіе наукъ. Въ физикѣ, химіи и біологіи устанавливаются новыя точки зрѣнія и все, что касается инженернаго дѣла, начинаетъ привлекать къ себѣ ревностное вниманіе. Строятся усовершенствованные пути сообщенія, водопроводы и водосточныя системы. Водосточная система для отвода дождевыхъ водъ была построена въ Лондонѣ еще въ 17 столѣтіи, но лишь только въ 1815 году было найдено возможнымъ пользоваться этой сѣтью для отвода нечистотныхъ водъ. Однако-же и дальше, впредь до 1847 года, мнѣнія о возможности пользованія этой сѣтью для указанной цѣли сильно раздѣлялись, когда, наконецъ, было вмѣнено, напро-

тивъ того, въ обязанность выпускать всѣ нечистотныя воды въ эту сѣть каналовъ.

Можно сказать, что этотъ фактъ является началомъ современной санитарной техники, тогда какъ терминъ этотъ становится общеизвѣстнымъ много лѣтъ спустя.

Дальнѣйшій прогрессъ въ различныхъ отрасляхъ этого знанія будетъ изложенъ въ слѣдующихъ параграфахъ.

3. Классификація болѣзней.

Старинный взглядъ на болѣзни сводился, кажется, къ тому, что здоровье есть нормальное состояніе человѣка, а болѣзнь—наказаніе, ниспосланное свынне всемогущимъ Провидѣніемъ.

Позднѣе, этотъ взглядъ видоизмѣнился настолько, что стали смотрѣть на болѣзнь, какъ на результатъ нарушенія законовъ санитаріи, считая все таки здоровье состояніемъ естественнымъ. Эта точка зрѣнія еще не рѣдка и въ наше время, и выраженія: „сохраненіе здоровья“, „предохраненіе отъ болѣзни“ проистекають, кажется, изъ убѣжденія въ правильности такого взгляда. Строго говоря, здоровье есть идеальное, но вовсе не нормальное состояніе человѣка, а таковымъ уже скорѣе является состояніе болѣзненное.

Дѣйствительно, не говоря уже о томъ, что мы получаемъ различныя болѣзни отъ нашихъ предковъ по наслѣдству, вода и пища, которыми мы пользуемся, и воздухъ, которымъ мы дышемъ, содержатъ яды; рѣзкіе переходы отъ тепла къ холоду препятствуютъ идеальному росту; кромѣ того, мы подвергаемся постоянному нападенію различныхъ зародышей инфекціи и вредныхъ насѣкомыхъ; однимъ словомъ, жизнь есть борьба за существованіе.

Всѣ эти неблагопріятныя условія оказываютъ особенно губительное вліяніе на человѣка въ дѣтскомъ возрастѣ; такъ, статистика смертности показываетъ, что смертность дѣтей до 1 года составляетъ $\frac{1}{4}$ часть общей смертности. Изъ всѣхъ животныхъ человѣкъ при своемъ рожденіи—самое безпомощное; дѣйствительно, имѣя даже подходящее питаніе, новорожденный ребенокъ врядъ-ли могъ-бы выжить безъ бдительнаго ухода своихъ родныхъ и близкихъ.

Изъ этого слѣдуетъ, что при естественныхъ условіяхъ здоровье не можетъ считаться нормальнымъ состояніемъ чело-вѣка; на него надо смотрѣть скорѣе какъ на состояніе идеальное, возможное лишь при идеальныхъ же условіяхъ. Скорѣе уже болѣзнь можно разсматривать, какъ нормальное состояніе, а здоровье, какъ состояніе, которое обезпечивается постояннымъ стараніемъ устранить всѣ причины, могущія произвести болѣзнь или даже смерть.

Всякую болѣзнь вообще можно опредѣлить какъ разстройство органовъ или тканей тѣла, вслѣдствіе котораго они не могутъ правильно исполнять своихъ функцій. Само собой разумѣется, что насильственная или случайная смерть, какъ смерть женщины во время родовъ, ребенка въ періодъ прорѣзыванія зубовъ, или же смерть отъ голода, переутомленія и старости должны быть исключены изъ разсмотрѣнія. Мѣстныя заболѣванія, подобно заболѣваніямъ мозга и сердца, разстройству кровообращенія, пищеварительной и дѣтородной системы, вмѣстѣ съ заболѣваніями, охватывающими весь организмъ, т. е. ревматизмомъ, ракомъ и золотухой, составляютъ большую часть всѣхъ существующихъ заболѣваній. Предотвращеніе такихъ заболѣваній состоитъ въ вѣдѣніи врача, который, руководствуясь правилами гігіены, применяетъ послѣднія сообразно съ индивидуальностью каждаго больного.

Къ зимотическимъ заболѣваніямъ относятся тѣ, которыя возникаютъ вслѣдствіе инфекціи извнѣ имѣютъ инкубаціонный¹⁾ періодъ, за которымъ слѣдуетъ уже сама болѣзнь, сопровождаемая жаромъ и часто сыпью. Особенно можно отмѣтить оспу, корь, дифтеритъ, поносъ, инфлуэнцу, перемежающуюся и желтую лихорадку, холеру, холерину и желтуху. Сифилисъ, гангрена и водобоязнь, хотя и родственныя этому разряду болѣзней, называются обыкновенно энте-тическими или прививающимися.

Туберкулозъ, который прежде считался мѣстнымъ, конституціональнымъ заболѣваніемъ, признанъ теперь зимоти-

¹⁾ *Прим. пер.* Инкубаціонный періодъ въ мед. обозначаетъ промежутокъ времени между зараженіемъ и обнаруженіемъ болѣзни. Время инк. пер. различно при разл. болѣзняхъ и колеблется между нѣсколькими часами и мѣсяцами.

ческимъ, потому что распространяется черезъ инфекцію; наслѣдственность же способствуетъ только болѣе быстрому развитію его у однихъ индивидуумовъ, чѣмъ у другихъ. Санитарная наука старается уничтожить эти заболѣванія, устраняя ихъ первопрічину.

Всѣ зимотическія заболѣванія производятся и распространяются органическими зародынями или микробами. Мalaria, напримѣръ, порождается нѣкоторыми зародынями, развивающимися въ болотистыхъ и низменныхъ мѣстностяхъ; тифъ—нѣкоторыми зародышами, находящимися въ гніющей водѣ; дифтеритъ, корь, скарлатина, оспа, холера и желтая лихорадка имѣютъ каждая свои особые микробы, передающіеся отъ одного человѣка къ другому черезъ посредство воды и воздуха. Предполагаютъ, что инфлуэнца или гриппъ имѣетъ своей причиной особый родъ микробовъ, находящихся въ тончайшей вулканической пыли; возможно, что послѣдняя эпидемія инфлуэнцы связана съ выдающимся изверженіемъ вулкана Кракатау въ 1883 году. Если-бы оказалось возможнымъ уничтожить въ конецъ всѣ эти разнообразныя микробы, то эти болѣзни исчезли-бы окончательно.

Зимотическія болѣзни, т. е. тѣ, которыя обусловливаются микроорганизмами, называютъ прилипчивыми или заразительными, причемъ первое опредѣленіе подразумѣваетъ прикосновеніе къ больному въ противоположность второму, хотя эти опредѣленія часто однако употребляются безъ должнаго различія.

Прилипчивая болѣзнь можетъ и не быть заразительной, тогда какъ заразительная болѣзнь непременно передается и черезъ прикосновеніе. Сифилисъ, напримѣръ, прилипчивъ, но не заразителенъ; съ другой стороны извѣстны случаи, когда зараженіе оспой производилось черезъ рѣку, нириною въ 1 милю, хотя она обыкновенно передается гораздо легче черезъ непосредственное прикосновеніе.

Эндемическими называются тѣ заболѣванія, которыя почему-либо являются присущими данной мѣстности или регулярно въ ней повторяются. Такъ, напримѣръ, во многихъ странахъ Европы жители страдаютъ зобомъ, что съ больною вѣроятностью можно объяснить употребленіемъ для питья воды, содержащей известь; въ тропическихъ примор-

скихъ мѣстностяхъ желтая лихорадка регулярно повторяется въ опредѣленные мѣсяцы года.

Эпидемическія заболѣванія появляются обыкновенно не регулярно и затѣмъ исчезаютъ. Лучшимъ примѣромъ распространенія заразныхъ болѣзней служили въ свое время оспенныя эпидеміи; теперь-же, благодаря прививкѣ и изоляціи, онѣ появляются въ цивилизованныхъ странахъ крайне рѣдко. Эпидемія кори, коклюша и другихъ болѣзней дѣтскаго возраста повторяются еще довольно часто, какъ въ городахъ, такъ и въ деревняхъ. Тифозная лихорадка, болѣзнь очень серьезная, обусловливается зараженіемъ питьевой воды особыми бактеріями. Дифтеритныя эпидеміи рѣдко охватываютъ большіе районы. Предотвращеніе распространенія опасныхъ эпидемическихъ заболѣваній составляетъ гордость санитаріи XIX вѣка. Еще 100 лѣтъ тому назадъ въ Америкѣ свирѣпствовали эпидеміи оспы, холеры и желтой лихорадки; теперь-же эти болѣзни находятся подъ контролемъ и нѣтъ никакой вѣроятности, что онѣ могутъ распространиться.

4. Статистика смертности.

Статистика рождаемости, браковъ и смертности является необходимымъ подспоріемъ при изученіи какъ социальныхъ, такъ и экономическихъ наукъ.

Запись смертныхъ случаевъ, вмѣстѣ съ причинами ихъ произведными, одинаково необходимы для успѣшнаго развития санитаріи. Всѣ столичные, многіе большіе города и нѣкоторые штаты требуютъ теперь такой регистраціи; наряду съ этимъ медицинскія общества и госпитали задались благою цѣлью собирать свѣдѣнія относительно заболѣваемости, выздоровленія и смертности. Попытка собиранія статистики смертности во время десятилѣтней переписи оказалась несостоятельною, въ виду упущенія многихъ случаевъ смерти сборщиками статистическихъ свѣдѣній. Однако факты, собранные и такимъ несовершеннымъ образомъ, имѣютъ значеніе для сравнительнаго изученія и даже, къ счастью, могутъ быть сдѣланы болѣе надежными при ихъ сопоставленіи съ статистическими свѣдѣніями, собранными отдѣльными городами и штатами. Нью-Гэмпширъ, Вермонтъ, Массачузетсъ, Родъ-

Эйландъ, Коннеттикеть, Нью-Йоркъ, Нью-Джерси, Делаваръ и Аламба единственные Американскіе Штаты, которые имѣли удовлетворительную систему регистраціи въ 1890 году, и сравненіе ихъ записей со свѣдѣніями, доставленными десятилѣтней переписью, обнаружили упущенія въ послѣдней до 30% смертныхъ случаевъ.

Для установленія правильной статистики смертности необходимо, чтобы законъ, подъ угрозой тяжелой отвѣтственности, запрещалъ-бы гробовщикамъ и всякимъ другимъ частнымъ лицамъ удалять изъ города трупы безъ предварительнаго разрѣшенія врачебнаго управленія; такое же разрѣшеніе въ свою очередь можетъ быть выдано лишь послѣ врученія докторомъ врачебному управленію письменнаго свидѣтельства съ обозначеніемъ имени, пола, возраста и расы умернаго, а также характера болѣзни и причины смерти. Такимъ образомъ, каждый случай смѣрти въ каждомъ городѣ моментально вносится въ книгу, а мѣстное врачебное управленіе передаетъ эти свѣдѣнія ежемѣсячно гражданскимъ властямъ штата. Сдѣланная въ Пенсильваніи попытка полученія данныхъ для статистики смертности при помощи сборщиковъ податей, поглотивъ большое количество общественныхъ денегъ, потерпѣла полную неудачу. Указанный-же выше простой способъ можетъ быть очень успѣшно примѣненъ для собиранія требуемыхъ свѣдѣній. Кромѣ того, такъ какъ медицинскія свидѣтельства ежедневно появляются въ реестрахъ, врачебныя управленія имѣютъ постоянную возможность слѣдить за ходомъ каждой болѣзни и принимать соотвѣтственныя мѣры для предупрежденія распространенія заразы.

Въ Соединенныхъ Штатахъ смертность въ теченіе года опредѣляется цифрой въ 18 смертныхъ случаевъ на каждую 1000 жителей, причемъ въ городахъ эта цифра повышается до 23, а въ деревняхъ понижается до 15. Въ 1890 году самая высокая смертность среди бѣлаго населенія, достигавшая 29 на 1000, имѣла мѣсто въ Саваннѣ, штатъ Джорджія, а наименьшая—14,4 на 1000 въ Нанвилѣ, штатъ Теннесси. Въ городахъ смертность цвѣтной расы превышаетъ смертность бѣлой; въ Нью-Йоркѣ, напримѣръ, въ 1890 году смертность распредѣлялась такъ, что на бѣ-

лую расу приходилось 28,5, а на цвѣтную расу 37,5 на 1000; въ Чикаго—21,1 для бѣлой и 23,3 для цвѣтной; въ Чарльстонѣ, штатъ Каролина, 24,7 для бѣлой и 53, 0 для цвѣтной.

Изъ всѣхъ смертныхъ случаевъ около $\frac{1}{4}$ приходится на дѣтей, моложе одного года, и немного болѣе $\frac{1}{3}$ на дѣтей, не достигшихъ еще пятилѣтняго возраста. Средній возрастъ населенія Соединенныхъ Штатовъ 22 года, такъ что одна половина населенія моложе этого возраста, а другая старше. Изъ этого вытекаетъ, что дѣятельность людей, свѣдущихъ въ санитаріи, и врачебныхъ управленій въ цѣляхъ повышенія средняго возраста населенія должна быть направлена на улучшеніе условій жизни дѣтей. Если-бы мы платили докторамъ за наблюденіе надъ здоровыми дѣтьми, то мы несомнѣнно достигли-бы лучшихъ результатовъ, чѣмъ при современной системѣ, полагающейся больше на цѣлебныя свойства лѣкарствъ, чѣмъ на предупрежденіе болѣзни путемъ своевременно принятыхъ гигиеническихъ мѣръ. Старая поговорка „an ounce of prevention is worth a pound of cure“¹⁾ получаетъ глубокий смыслъ, когда мы вспомнимъ о болѣзненности дѣтскаго возраста.

Смертность въ Соединенныхъ Штатахъ въ 1890 г.

Причина смерти.	Число смертныхъ случаевъ.	Тоже въ ‰	Смертность на 1000 ч.
Общее число смертныхъ случаевъ	875521	100.00	18.00
Отъ чахотки	102199	11.67	2.12
„ воспаленія легкихъ	76496	8.74	1.57
„ дезинтеріи	74711	8.53	1.54
„ дифтерита	27815	3.18	0.57
„ тифа	27058	3.09	0.56
„ маляріи	18594	2.12	0.38
„ кори	9256	1.05	0.19
„ коклюша	8432	0.96	0.17
„ скарлатины	5969	0.68	0.12
„ оспы	398	0.04	0.01
„ всѣхъ 10 болѣзней	350928	40.06	7.21

Таб. 1.

¹⁾ Прим. пер. „Унція предупрежденія лучше, чѣмъ фунтъ лѣченія“.

Таблица № 1 указываетъ намъ количество смертныхъ случаевъ отъ зимотическихъ заболѣваній, зарегистрированныхъ въ теченіе 1890 года во время переписи, и соотвѣтственный процентъ отъ общей смертности. Какъ было уже выше замѣчено, цифра общей смертности въ этомъ отчетѣ, вѣроятно, ниже дѣйствительной на 30⁰/₀; что-же касается до относительныхъ чиселъ смертныхъ случаевъ отъ разныхъ болѣзней, указанныхъ въ процентахъ въ третьемъ столбцѣ, то ихъ можно считать вполне правильными. Конечно, это процентное отношеніе мѣняется соотвѣтственно различнымъ мѣстностямъ. Такъ, напримѣръ, тифъ и дифтеритъ распространены главнымъ образомъ въ сѣверныхъ штатахъ, тогда какъ заболѣванія маларіей преобладаютъ въ южныхъ; въ Вермонтѣ на дифтеритъ приходится 4,3⁰/₀ общей смертности, а въ Алабамѣ—0,4⁰/₀. Заболѣванія дифтеритомъ преобладаютъ въ городѣ, тифозныя-же заболѣванія сосредоточиваются обыкновенно въ деревняхъ. Чихотка, развивающаяся главнымъ образомъ въ городахъ, достигла наибольшаго своего распространенія въ Бостонѣ, штатъ Массачузетсъ, гдѣ на ея долю въ 1890 году пришлось 16,5⁰/₀ общей смертности. Приведенныя данныя показываютъ, что въ Соединенныхъ Штатахъ 40⁰/₀ смертныхъ случаевъ приходится на зимотическія заболѣванія. Санитарная наука имѣетъ цѣлью уменьшить процентъ смертности отъ инфекціонныхъ заболѣваній, сдѣлавъ ихъ по возможности настолько-же рѣдкими, какъ оспа въ наше время. По достиженію этой цѣли смертность должна понизиться, напримѣръ, съ 20 на 1000 до 12, слѣдствіемъ чего будетъ замѣтное повышеніе средняго возраста населенія. Хотя никто изъ насъ не можетъ избѣжать смерти, мы тѣмъ не менѣе должны стремиться къ продолженію нашей жизни и къ возможному предотвращенію заболѣваній.

О томъ, насколько гигиена и санитарныя науки подвинулись за послѣднее двухсотлѣтіе, мы можемъ судить изъ сообщенія, сдѣланнаго Фагг'омъ, который утверждаетъ, что годовая смертность Лондонскаго населенія во второй половинѣ 17 столѣтія составляла болѣе, чѣмъ 80 смертныхъ случаевъ на 1000, въ 18 столѣтіи—около 50 на 1000 и въ началѣ второй половинѣ 19 столѣтія—всего лишь 24 на 1000. Прибавимъ къ этому, что въ десятилѣтіе отъ 1871—1880

средняя годовая смертность была 22,7, а въ слѣдующее десятилѣтіе отъ 1881—1890—всего лишь 20,5 на 1000 жителей.

5. Бактеріологія.

Зародыши, служащіе причиной зинотическихъ заболѣваній, называются бактеріями. Они ни что иное, какъ грибки, и принадлежатъ къ низшему классу растительнаго царства. Бактеріи безцвѣтны и очень малы въ объемѣ; каждая изъ нихъ состоитъ изъ одной органической клѣтки, наполненной водянистою жидкостью. Толщиною бактеріи не превосходятъ $\frac{1}{1000}$ миллиметра, изъ чего слѣдуетъ, что ихъ изученіе возможно лишь при помощи сильнаго микроскопа. Клѣтки эти бываютъ либо сферическими, либо цилиндрическими, причемъ послѣдній видъ встрѣчается чаще. Названіе бактерія, т. е. палочка, дана такой клѣткѣ для обозначенія ея формы. Размноженіе бактерій происходитъ такимъ образомъ: грибокъ сначала перетягивается по срединѣ, а затѣмъ распадается на двѣ независимыя клѣтки. Если условія температуры и питанія благоприятны, то клѣтки размножаются съ такой необыкновенной быстротой, что въ теченіи нѣсколькихъ часовъ одна или двѣ бактеріи превращаются въ цѣлый миллионъ. Бактеріи по ихъ формѣ дѣлятся на три семейства, каждое-же семейство на нѣсколько родовъ. Такъ, микрококки имѣютъ сферическую форму и колонія ихъ похожа на кисть винограда; бациллы правильную цилиндрическую палочкообразную, а спириллы—завитую или спиральную форму. Всѣ эти клѣтки подраздѣляются на роды и виды, частью на основаніи ихъ формы и способа распространенія, но главнымъ образомъ по функціямъ, которыя онѣ исполняютъ въ экономіи природы и по тѣмъ болѣзнямъ, съ которыми онѣ связаны.

Дѣятельность бактерій всегда тѣсно связана съ измѣненіями органическаго вещества причемъ, эти измѣненія могутъ быть какъ полезными, такъ и вредными. Къ полезнымъ видоизмѣненіямъ относятся случаи броженія, а также обращенія разлагающагося органическаго вещества въ безвредныя соединенія. Къ вреднымъ же — заболѣванія,

при которыхъ здоровыя ткани и организмы приводятся въ состояніе разстройства и специфическаго отравленія. Такимъ образомъ, соотвѣтственно ихъ функціямъ бактеріи дѣлятся на два разряда, первый изъ которыхъ считается полезнымъ и необходимымъ, второй-же—вреднымъ и паразитнымъ.

Полезныя бактеріи существуютъ не только въ почвѣ, водѣ и воздухѣ, но также и во всѣхъ выдѣленіяхъ и пищеварительныхъ органахъ человѣка и животнаго. Превращеніе молока въ масло или же винограднаго сока въ вино совершается при ихъ содѣйствіи. Химическія измѣненія, происходящія при броженіи и превращеніи распадающагося органическаго вещества въ безвредныя соединенія, находятъ въ зависимости отъ развитія и жизни этихъ бактерій. Безъ нихъ не могли-бы происходить процессы пищеваренія и всасыванія пищи, а вмѣстѣ съ тѣмъ была бы невозможна и жизнь человѣка, такъ что этотъ классъ бактерій представляетъ собой, хотя и очень низкую, но тѣмъ не менѣе въ высшей степени полезную и необходимую форму жизни.

Паразитныя бактеріи, распространенныя такъ же широко какъ и полезныя, стремятся постоянно развиваться на счетъ живой органической матеріи. Бактеріи, находящіяся при благопріятныхъ условіяхъ, развиваются необыкновенно быстро; это развитіе ихъ отражается пагубнымъ образомъ на живыхъ тканяхъ, обуславливая въ нихъ вредное броженіе, отравленіе, заболѣванія и разрушеніе. Всякій видъ паразитныхъ бактерій является причиной особыхъ специфическихъ заболѣваній, причемъ однѣ бактеріи вредятъ растеніямъ, другія—животнымъ и человѣку, а нѣкоторыя—исключительно человѣку. Такъ, *bacillus amylovorus* производитъ гніеніе яблокъ, *bacillus anthracis* служитъ причиною карбункула у скота, туберкулезная *bacillus*—чахотки у человѣка и скота, *bacillus diphtheriae* встрѣчалась во всѣхъ случаяхъ дифтерита, *diplokokki lanceolatus*—въ случаяхъ воспаленія легкихъ, *bacillus coma* („запаятая“) сопровождала всякое заболѣваніе холерой и стрептококки *variola*—заболѣванія оспой. Своимъ паразитизмомъ бактеріи превосходятъ всѣ существующіе организмы. Въ настоящее время извѣстно болѣе 200 различныхъ родовъ бактерій.

Какимъ образомъ дѣйствуютъ бактеріи и почему возникаютъ различныя заболѣванія, еще не вполне выяснено. Тогда какъ большинство бактерій просто плаваетъ въ окружающей ихъ жидкости, нѣкоторыя изъ нихъ могутъ слегка передвигаться при помощи волосообразныхъ отростковъ. Эти тоненькія и безцвѣтныя клѣточки способны пульсировать и выдѣлять при этой пульсацией сквозь свои стѣнки нѣкоторую жидкость, которая и производитъ соотвѣтствующее полезное или вредное дѣйствіе. Если процессы выдѣленія жидкости и размноженія будутъ приостановлены, что можно, между прочимъ, достигнуть спрыскиваніемъ бактерій хлороформомъ, то вмѣстѣ съ этимъ прекратится полезное или вредное дѣйствіе ихъ на органическую матерію. Извѣстно, что нѣкоторые наиболѣе обыкновенные виды бактерій нуждаются для исполненія своихъ функций, въ болѣе или меньшей степени, въ свѣтѣ и теплѣ и только въ присутствіи кислорода могутъ развить свою полную дѣятельность. Извѣстно также, что при температурѣ кипѣнія воды онѣ гибнутъ въ теченіе полу-часа. Но совершенно еще неизвѣстно, почему однѣ бактеріи производятъ болѣзни, а другія нѣтъ, и почему столь малая масса вреднаго вещества, которую представляетъ изъ себя бактерія, можетъ произвести эпидемію. Бактеріологія—наука еще молодая: она не насчитываетъ и 50 лѣтъ. Несомнѣнно, что черезъ полстолѣтія наши знанія въ этой области будутъ гораздо болѣе точными какъ въ деталяхъ, такъ и въ общихъ выводахъ.

6. Органическая матерія.

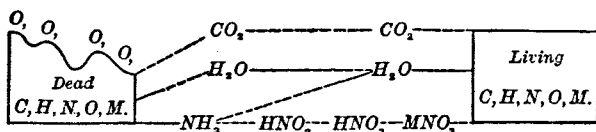
Органическая матерія, живая или мертвая, имѣетъ своимъ происхожденіемъ животное и растительное царство. Сущность растительной и животной жизни составляетъ еще глубокую тайну, тогда какъ жизненный процессъ изучается уже давно во всѣхъ его разнообразныхъ проявленіяхъ. Живая органическая матерія претерпѣваетъ систематическія измѣненія, благодаря усвоенію въ цѣляхъ питанія мертваго органическаго вещества.

Въ началѣ каждый индивидъ имѣетъ періодъ роста, послѣ прекращенія котораго онъ подвергается заболѣваніямъ, распаденію и смерти; мертвая ткань получаетъ тогда другую форму и поглощается въ свою очередь другими жи-

вущими организмами. Съ бактериологической точки зрѣнія оказывается, что полезные микроорганизмы стремятся къ продленію жизни, а вредные—къ ея сокращенію.

Органическая матерія состоитъ главнымъ образомъ изъ углерода (С), водорода (Н), азота (N) и кислорода (O). Такъ напримѣръ, составъ крахмала выражается формулой $C_6H_{10}O_5$, тростниковаго сахара — $C_{12}H_{22}O_{11}$; альбумина крови — $C_{72}H_{112}N_{18}SO_{22}$. Пшеничная мука содержитъ около 65% крахмала, 13% альбуминоидовъ, 2% азота а, кромѣ того, целлюлоидъ, воду и фосфорнокислыя соли. Въ составъ организма входятъ тѣ вещества, которыя усваиваются имъ въ видѣ пищи. Углеродъ доставляетъ тѣлу теплоту и идетъ на образованіе жировыхъ покрововъ. Пища, содержащая азотныя вещества, идетъ на образованіе мускуловъ. Во всякой органической матеріи и особенно въ костяхъ животныхъ заключаются нѣкоторыя соединенія металловъ: калия (K), натрія (Na) и кальція (Ca), какъ, напримѣръ, обыкновенная поваренная соль или хлористый натрій ($NaCl$) и селитра KNO_3 .

Растенія поглощаютъ изъ воздуха воду (H_2O) и углекислоту (CO_2), а изъ почвы растворы нитратовъ. Нитратами называются азотнокислыя соли металловъ, напримѣръ, $NaNO_3$, KNO_3 и т. д; нитритами-же—соли азотистой кислоты, какъ то: $NaNO_2$, KNO_2 и т. п. Поглощая эту пищу, растенія развиваются, а затѣмъ идутъ въ пищу человѣку и животному или разрушаются. Въ животномъ организмѣ матерія перерабатывается въ новую форму и, въ свою очередь, подвергается той-же участи. Мертвая и разрушившаяся матерія тотчасъ-же разлагается обратно на углекислоту, воду и нитраты; этотъ процессъ иллюстрируется на чертежѣ № 1.



Чертежъ № 1¹⁾.

Слѣва изображается нападеніе кислорода воздуха на мертвую матерію. Черезъ М изображаются всѣ металлы, какъ-то: калий, натрій и другіе, входящіе въ составъ орга-

¹⁾ Dead—мертвый; living—живой.

нической матеріи. Если температура достаточно высока, то бактеріи начинаютъ свою полезную работу и первымъ результатомъ этой работы является соединенія кислорода съ углеродомъ въ углекислоту (CO_2). Затѣмъ кислородъ атакуетъ водородъ и углеродъ, причемъ послѣдніе соединяются въ амміакъ (NH_3). При дальнѣйшей атакѣ кислорода образуется вода (H_2O) и азотистая кислота (HNO_2); азотистая кислота переходитъ въ азотную кислоту, которая, дѣйствуя на металлическія соединенія, образуетъ нитраты (MNO_3). Всѣ полученныя соединенія поглощаются въ видѣ пищи живой органической матеріей.

Замѣчательно то, что описанный процессъ разложенія требуетъ присутствія и дѣятельности бактерій. Полагаютъ даже, что процессъ нитрификаціи или иначе процессъ окисленія амміака въ азотистую и азотную кислоту, являясь процессомъ чисто химическимъ, становится невозможнымъ безъ дѣятельности извѣстнаго рода бактерій. Въ началѣ процесса онѣ присутствуютъ въ огромномъ количествѣ; по мѣрѣ преобразованія азотистой кислоты въ азотную, ихъ количество уменьшается и затѣмъ, послѣ образованія нитратовъ, если онѣ не исчезаютъ совсѣмъ, то, во всякомъ случаѣ, остаются въ самомъ незначительномъ числѣ. Такимъ образомъ, этотъ процессъ совершается за счетъ жизни бактерій; и кажется, что безъ этого процесса и этой нижней формы жизни были-бы невозможны и высшія ея формы.

7. Нечистота и болѣзнь.

Въ § 2 было уже указано на то, что нечистоплотныя привычки, усвоенныя христіанскими народами въ средніе вѣка, и окружавшая ихъ нечистота, имѣли результатомъ многочисленныя заболѣванія эпидемическаго характера. Причины возникновенія этихъ заразныхъ болѣзней теперь намъ будутъ понятны. Извѣстно, что всякая зимотическая болѣзнь есть слѣдствіе дѣятельности бактерій и что эти послѣднія размножаются съ необыкновенной быстротой вездѣ, гдѣ только находится какая-либо грязь или разлагающаяся матерія. Бактеріи, превращающія распадающуюся органическую матерію въ безвредныя соединенія, приносятъ, конечно, большую пользу, но условія хорошаго питанія способствуютъ, къ сожалѣнію, росту и размноженію не только

полезныхъ, но также и вредныхъ бактерій. Именно, въ разлагающейся матеріи находятъ себѣ пріютъ разнаго рода черви и насѣкомыя, которые являются добычей паразитныхъ бактерій. Такимъ образомъ, нечистоты служатъ причиной размноженія специфическихъ бактерій заразныхъ болѣзней. Эти бактеріи быстро пропитываютъ воздухъ, почву и воду и начинаютъ тогда нападать на человѣка. Кромѣ того, обитатели неряшливо содержимыхъ улицъ и домовъ по большей части, благодаря своей бѣдности, не въ состояніи создать себѣ необходимыхъ гигиеническихъ условій жизни въ смыслѣ питанія, отдыха и т. п. Будучи, благодаря этому, ослаблены физически, они не могутъ противостоять заразнымъ болѣзнямъ. Всякая эпидемія вмѣстѣ съ тѣмъ имѣетъ слѣдствіемъ прогрессирующее истощеніе населенія; появляются все болѣе и болѣе ужасныя болѣзни и, наконецъ, приходитъ и сама черная смерть. Въ 17 столѣтіи Европа перенесла 45 эпидемій чумы; въ Лондонѣ въ 1665 году, въ то время какъ населеніе равнялось всего лишь 200000 жителямъ, чума унесла около 65000 жертвъ.

Соотвѣтствіе между заболѣваніями и нечистотой не требуетъ долгихъ отвлеченныхъ доказательствъ, ибо краснорѣчивые факты на лицо. Статистика показываетъ, что смертность въ городахъ превышаетъ смертность въ деревняхъ и что въ первыхъ наивысшій % смертности выпадаетъ на рабочіе кварталы, гдѣ дома и улицы грязны, а люди крайне нечистоплотны. Устройство водопровода и канализаціи замѣтно понижаетъ % смертности отъ тяжелыхъ зимотическихъ заболѣваній. Такъ, еще двадцать лѣтъ тому назадъ въ Манилѣ, на Филиппинскихъ островахъ, холера, уносящая не рѣдко по 100 человѣческихъ жертвъ въ день, считалась эпидемическимъ заболѣваніемъ, между тѣмъ какъ со времени проведенія водопровода она почти что прекратилась. Въ Данцигѣ, въ Германіи, ежегодная смертность отъ тифа въ теченіе 1865—1869 годовъ равнялась 2,2 на 1000 жителей; въ промежуткѣ между 1871—75 годами, послѣ устройства водопровода,—1,8; и отъ 1876 года до 1880, послѣ проложенія канализаціонной сѣти,—понижилась до 0,4 на 1000. Можно было-бы привести еще много подобныхъ примѣровъ въ доказательство того вліянія, которое имѣетъ удаленіе нечистотъ на уменьшеніе заболѣваній. Твердые человѣческіе

экскременты, въ особенности экскременты больныхъ лихорадкой, являются нечистотой крайне опасной. Въ Европѣ, еще 200—300 лѣтъ тому назадъ, эти нечистоты выбрасывались прямо на улицу и оставались тамъ до перваго дождя, который и смывалъ ихъ. Платье, зараженное выдѣленіями больныхъ, мылось въ тѣхъ самыхъ водоемахъ, изъ которыхъ бралась питьевая вода, что несомнѣнно способствовало широкому распространенію заразы. Этотъ обычай, запрещенный теперь уже въ Европѣ закономъ, практикуется однако въ нѣкоторыхъ странахъ и въ настоящее время. Въ Индіи еще до сихъ поръ человѣческіе экскременты просто выбрасываются на землю, а для питья употребляется та самая вода, въ которой купаются; вслѣдствіе этой пагубной привычки, холера не прекращается въ этой странѣ и свирѣпствуетъ тамъ даже иногда со страшной силой. Тѣмъ не менѣе, существуютъ нѣкоторыя мѣстности и въ Индіи, гдѣ населеніе усвоило Европейскій образъ жизни: въ нихъ холера почти что не появляется. Опытъ и статистика послѣднихъ двухъ столѣтій приводятъ къ тому заключенію, что предотвращеніе въ городахъ зимотическихъ заболѣваній достигается: 1) гигиеничнымъ образомъ жизни индивидуума, т. е. соотвѣтственнымъ питаніемъ, физическими упражненіями и чистотой; 2) прививкой оспы, дезинфекціей, изоляціей лицъ, страдающихъ прилипчивой болѣзью; 3) соотвѣтствующими вентилирующей и отопленіемъ зданій; 4) строгимъ наблюденіемъ за чистотой питьевой воды; 5) удаленіемъ всякихъ нечистотъ изъ предѣловъ населенныхъ мѣстъ и притомъ такимъ образомъ, чтобы онѣ не могли заражать питьевую воду. Все, что касается первыхъ двухъ требованій, должно быть приведено въ исполненіе докторами и врачебными управленіями; третье условіе состоитъ въ вѣдѣніи архитектора, а четвертое и пятое—составляютъ сферу дѣйствія инженера. Всѣ эти требованія должны быть санкціонированы закономъ и приводиться въ жизнь врачебными управленіями.

8. Нечистый воздухъ и болѣзнь.

Многія зимотическія заболѣванія причиняются инфекціей, сообщенной черезъ воздухъ. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ насѣкомыя являются дѣятельными посредниками; такъ на-

примѣръ, извѣстно, что Техасская лихорадка у скота передается послѣднему черезъ клещей, тогда какъ инфекція маляріи распространяется, вѣроятно, черезъ москитовъ. Причиной чахотки служитъ пыль, которая переноситъ специфическія бактеріи этого заболѣванія отъ одного человѣка къ другому. Было доказано, что сухая мокрота чахоточнаго является дѣйствительной причиной подобной инфекции, въ виду чего недавно послѣдовало постановленіе врачебныхъ управленій о запрещеніи плевать въ общественныхъ зданіяхъ и на общественныхъ дорогахъ. Корь, коклюшъ и другія болѣзни дѣтскаго возраста передаются, несомнѣнно, въ школѣ черезъ воздухъ, а, можетъ быть, такимъ же образомъ даже и изъ одного дома въ другой.

Чистый воздухъ состоитъ изъ 20,96% по объему кислорода (O), 79% азота (N) и около 0,04% углекислоты (CO₂). Такъ какъ это простая механическая смѣсь, а не химическое соединеніе, то указанныя здѣсь процентныя отношенія подвергаются измѣненіямъ. Такъ на примѣръ, на морѣ или же на вершинахъ высокихъ горъ количество кислорода увеличивается почти до 21%, тогда какъ въ переполненномъ театрѣ или же въ узкой аллеѣ онъ падаетъ до 20,8 или 20,7. Всѣмъ должно быть знакомо подавляющее дѣйствіе, которое производятъ въ плохо провѣтреной аудиторіи недостатокъ кислорода и обиліе углекислоты. Въ такихъ случаяхъ выдыхаемыя органическія вещества, носящіяся въ воздухѣ въ видѣ влаги или пыли, служатъ наилучшими проводниками зародышей болѣзней изъ легкихъ одного человѣка къ легкимъ многихъ другихъ.

Пыль, которая находится въ воздухѣ улицъ большихъ городовъ, состоитъ изъ мельчайшихъ зеренъ песку, угля или копти, животнаго навоза, разлагающихся растительныхъ веществъ и разнообразныхъ бактерій. Если принять во вниманіе, что всѣ эти нечистоты приходятъ въ соприкосновеніе съ кровью и легкими, то фактъ распространенія заразныхъ болѣзней черезъ воздухъ не покажется вовсе страннымъ.

Извѣстно однако, что вѣроятность зараженія черезъ воздухъ значительно меньше на улицѣ, чѣмъ въ домахъ; это явленіе обусловлено, безъ сомнѣнія, тѣмъ обстоятельствомъ, что воздухъ на улицѣ находится въ непрерывномъ

движеніи, приче́мъ пы́ль постоянно снабжается свѣжимъ запасомъ кислорода, необходимымъ какъ для ускоренія процесса распада́нія, такъ и для уменьшенія количества бактерій и ослабленія ихъ дѣйствительности. Въ закрытыхъ помѣщеніяхъ движеніе воздуха гораздо слабѣе, а разлагающаяся пы́ль не получаетъ свѣжаго притока кислорода; поэтому воздухъ изобилуетъ углекислотой и разными другими продуктами испаренія и выдыханія, вслѣдствіе чего въ немъ содержится гораздо большее количество бактерій.

Такимъ образомъ, чистота воздуха на улицахъ, а еще больше внутри зданій, является въ высшей степени желательной. Для того чтобы воздухъ на улицахъ былъ-бы достаточно чистъ, необходимо какъ можно чаще сметать и смывать всѣ нечистоты съ поверхности мостовой и удалять всякаго рода отбросы. Чтобы обезпечить надлежащую циркуляцію воздуха и свободный доступъ солнечныхъ лучей, нужно придать улицамъ достаточную ширину. Дѣйствительно, неподвижный воздухъ въ узкихъ аллеяхъ, сырыхъ дворахъ съ сырыми подвальными помѣщеніями, переполненными рабочимъ населеніемъ, служитъ наилучшимъ проводникомъ заразныхъ болѣзней и наивысшій $\%$ смертности приходится на долю населенія, живущаго въ такихъ условіяхъ.

Когда воздухъ на улицѣ достаточно чистъ и погода позволяетъ открыть окна, то въ помѣщеніяхъ легко установить такой-же чистый воздухъ въ томъ случаѣ, если ихъ обитатели привыкли къ чистоплотности. Когда же требуется искусственное отопленіе помѣщенія, то удовлетворительная вентиляція достигается съ большимъ трудомъ. Чтобы разрѣшить эту задачу должнымъ образомъ, необходимо разсматривать одновременно вопросы отопленія и вентиляціи. Послѣдніе состоятъ скорѣе въ вѣдѣніи архитектора, чѣмъ инженера, и существуетъ достаточное количество превосходныхъ трактатовъ, которые детально разбираютъ вопросы этого рода. Хотя устройство вентиляціи имѣетъ большое значеніе съ санитарной точки зрѣнія, оно тѣмъ не менѣе не является прямой задачей санитарнаго инжинера, который занимается главнымъ образомъ улучшеніемъ условій жизни общества, а не отдѣльнаго индивидуума. Построить домъ съ цѣлесообразными приспособленіями для отопленія и вентиляціи есть дѣло архитектора, задача-же санитарнаго

инженера заключается въ сооруженні надлежащей мостовой, а также правильно дѣйствующаго водопровода и канализаціи. Такимъ образомъ, представители обѣихъ специальностей, всякій по своему, преслѣдуютъ одну и ту-же цѣль оздоровленія условій существованія цѣлаго общества и отдѣльной семьи.

9. Питьевая вода и болѣзнь.

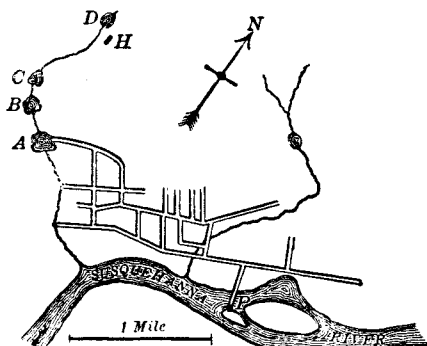
Вода, которую мы пьемъ, усваивается кровью такимъ же образомъ, какъ и пища; поэтому вода, содержащая бактерии, можетъ причинить заразную болѣзнь. Въ такихъ случаяхъ, послѣ нѣкотораго инкубаціоннаго періода, слѣдуетъ обыкновенно воспаленіе кишекъ, сопровождаемое жаромъ и другими болѣзненными симптомами. Люди слабого тѣлосложенія, живущіе въ грязной обстановкѣ, оказываются наиболѣе восприимчивыми ко всякому роду заразныхъ болѣзней, тогда какъ тѣ, которые пользуются хорошимъ здоровьемъ и соблюдаютъ требованія гигиены, легко избѣгаютъ заразы.

Холера и тифъ распространяются обыкновенно черезъ питьевую воду, зараженную характерными бактеріями этихъ болѣзней; тѣмъ не менѣе, зараза сообщается также и черезъ прикосновеніе къ платью больного заразной болѣзнью. Поносъ и другія кишечныя заболѣванія являются также результатомъ употребленія нечистой питьевой воды. Для иллюстраціи приведемъ два примѣра.

Въ 1885 году жители предмѣстья Плимута, населеніе котораго равнялось 7800 жителямъ, перенесло тяжелую тифозную эпидемію. Первое появленіе названной болѣзни относится къ 9 Апрѣлю: въ теченіе этого мѣсяца констатировано 713 заболѣваній, въ Маѣ—261, затѣмъ еще 130, въ общемъ всего 1104 случая заболѣванія. Всѣхъ смертныхъ случаевъ было 114, т. е. $14\frac{1}{2}$ на каждую 1000 жителей. Произведенное изслѣдованіе ясно указываетъ на то, что зараженіе произошло черезъ воду; это подтверждается разсмотрѣніемъ прилагаемаго чертежа.

А есть резервуаръ, снабжающій городъ ключевой водой, В, С, D—сборные резервуары. Замѣтимъ, что въ жаркое время, благодаря засухѣ, и въ холодное, вслѣдствіе моро-

зовъ, вода получалась въ недостаточномъ количествѣ. Въ подобныхъ случаяхъ недостающее количество воды подавалось насосомъ Р изъ рѣки. Отъ 20 до 26 Марта городъ снабжался рѣчной водой, затѣмъ, когда оттаяли трубы около А, въ водопроводную сѣть была пущена ключевая вода. Въ пунктѣ Н находится домъ, въ которомъ отъ Января до



Чертежъ № 2¹⁾.

Марта лежалъ тифозный больной, заразивпійся, по всѣмъ даннымъ, еще въ Декабрѣ въ Филадельфiи. Извѣстно, что экскременты этого больного выбрасывались на снѣгъ, не-вдалекѣ отъ ключа. 24 Марта началась оттепель, продолжавшаяся около недѣли; инфекция должна была, очевидно, появиться въ городѣ приблизительно въ началѣ Апрѣля. А такъ какъ инкубационный періодъ тифа продолжается обыкновенно отъ 12—14 дней, то первые случаи заболѣванія должны были появиться, какъ и было на самомъ дѣлѣ, около 12—15 Апрѣля. Такимъ образомъ, одно тифозное заболѣваніе разраслось до 1104, имѣло слѣдствіемъ 114 смертныхъ случаевъ и стоило городу большихъ затратъ.

Въ 1892 году ужасная холерная эпидемія посѣтила городъ Гамбургъ, въ Германіи. Отдѣльные муниципалитеты Альтона и Вандсбекъ, прилегая къ Гамбургу, составляютъ продолженіе этого города. Гамбургъ пользовался нефильтрованной водой изъ Эльбы, Альтона употребляла ту-же самую воду, но предварительно пропущенную черезъ песчаный фильтръ, а Вандсбекъ получалъ воду изъ озера. Холера появилась 16-го Августа, причемъ въ Августѣ-же бы-

¹⁾ Mile—миля.

ло 7427 заболѣваній, въ Сентябрѣ 9341 и въ Октябрѣ 181. Смертныя случаи, которыхъ оказалось въ общемъ 8976, распредѣлились такъ, что на долю Гамбурга пришлось 134 на 1000 жителей, въ Альтонѣ 23 и въ Вандсбекѣ 22. Въ Гамбургѣ преобладала эпидемическая форма, предѣломъ распространенія которой была граница между Гамбургомъ и названными городками, Альтоной и Вандсбекомъ. Извѣстно также, что на одной улицѣ, служащей на большомъ протяженіи границей между вышеуказанными городками, заболѣванія холерой постоянно повторялись на сторонѣ Гамбурга, тогда какъ жители противоположной стороны этой болѣзни не подвергались. Въ Эльбѣ при изслѣдованіи ея водъ нашли холерныя бациллы; это несомнѣнно и указываетъ на то, что жители Гамбурга получали заразу черезъ воду, какъ Альтона, фильтруя эту самую воду, дѣлала ее безвредной.

Можно было-бы заполнить цѣлые томы примѣрами, объясняющими, въ какой мѣрѣ распространеніе заболѣваній тифомъ и холерой связано съ употребленіемъ зараженной воды и насколько употребленіе чистой воды уменьшаетъ смертность отъ этихъ заболѣваній. Отчеты санитарныхъ комиссій и врачебныхъ управленій переполнены подобными примѣрами, и положеніе, съ котораго мы начали настоящій параграфъ, стало такою-же общеизвѣстной истиной, какъ и фактъ предохраненія отъ оспы черезъ прививку. Изъ этого слѣдуетъ что городъ, въ цѣляхъ предохраненія жителей отъ холеры и другихъ зимотическихъ заболѣваній, долженъ заботиться о чистотѣ питьевой воды; кромѣ того, было-бы желательно подвергать эту воду отъ времени до времени химическому и біологическому анализамъ съ тѣмъ, чтобы удостовѣриться, не произошли ли въ ней серьезныя или вредныя измѣненія.

Ю. Примѣси въ обыкновенной водѣ.

Обыкновенная вода, т. е. та вода, которую мы встрѣчаемъ въ природѣ на каждомъ шагу, содержитъ всегда органическія и неорганическія вещества, которыя находятся въ ней частью въ растворенномъ и частью во взвѣшенномъ состояніи. Изъ неорганическихъ веществъ во взвѣшенномъ состояніи чаще всего находятся песокъ и иль, а изъ органическихъ—отдѣльные куски мертвой матеріи, какъ-то: листья,

перья, куски дерева и различныя животныя ткани или даже живые организмы, подобно различнаго рода водорослямъ и наѣдомымъ. Большая часть взвѣшенныхъ веществъ можетъ быть выдѣлена либо отстаиваніемъ, либо процеживаніемъ. Что-же касается до растворенныхъ веществъ, то ихъ невозможно удалить при помощи вышеуказанныхъ способовъ; они-то именно и придаютъ водѣ своимъ качествомъ и количествомъ ея опредѣленный специфическій характеръ.

Во время полноводія количество взвѣшенныхъ веществъ въ рѣчной водѣ увеличивается въ 10 или даже 20 разъ противъ обыкновеннаго, тогда какъ растворенныхъ веществъ оказывается лишь изрѣдка вдвое больше. Составъ ключевой воды очень мало подверженъ измѣненіямъ. Очевидно, что вода, содержащая большое количество органической и неорганической матеріи, является непригодной, а, быть можетъ, даже и вредной для употребленія. Такъ, взвѣшенный или неблагопріятно дѣйствуетъ на кишечникъ, тогда какъ органическая матерія, находящаяся обыкновенно въ состояніи гніенія, можетъ послужить причиной возникновенія зимотическихъ заболѣваній. Передъ употребленіемъ мутной воды, содержащей обыкновенно большое количество взвѣшенныхъ частицъ, необходимо ее фильтровать или же давать ей въ теченіе нѣкотораго времени отстаиваться. Соотвѣтствующіе методы будутъ описаны въ слѣдующей главѣ.

Всякая обыкновенная вода содержитъ нѣкоторые газы въ растворенномъ состояніи, какъ то: кислородъ, азотъ и углекислоту; послѣдніе вовсе не вредны для здоровья, скорѣе даже полезны. Малое содержаніе кислорода указываетъ на нечистоту воды, такъ какъ въ такомъ случаѣ значительная доля кислорода расходуется на окисленіе и нитрификацію органическаго вещества. Одинъ изъ способовъ очищенія загрязненной воды, который будетъ подробно описанъ дальше, состоитъ въ искусственномъ взбалтываніи ея, съ цѣлью растворенія надлежащаго количества кислорода. Растворенный азотъ имѣетъ мало значенія. Присутствіе въ водѣ углекислоты обыкновенно полезно, такъ какъ послѣдняя придаетъ водѣ больше вкуса; однако, если вода, протекающая черезъ мѣстность богатую известью, содержитъ этотъ газъ въ растворенномъ состояніи, то онъ служитъ причиной

образованія углекислыхъ солей и увеличиваетъ жесткость воды. Жесткой называется та вода, которая содержитъ сѣрнокислыя и углекислыя соли кальнія и магнія. Присутствіе этихъ солей въ питьевой водѣ желательно, такъ какъ онѣ придаютъ ей больніе вкуса; но вода съ большимъ содержаніемъ этихъ солей непригодна для мойки, такъ какъ, прежде чѣмъ образуется мыльная пѣна, значительное количество мыла затрачивается на ихъ разложеніе. Поэтому употребленіе жесткой воды въ домашнемъ хозяйствѣ обходится дороже, чѣмъ употребленіе мягкой. Если вода содержитъ только углекислыя соли, то ея жесткость принято называть „временной“, такъ какъ названныя соли легко осаждаются при кипяченіи. Если же вода содержитъ сѣрнокислыя соли, то жесткость называется „постоянной“, такъ какъ для осажденія этихъ солей недостаточно одного кипяченія, а требуется воздѣйствіе мыла или какихъ-либо другихъ химическихъ агентовъ. Но по большей части вода содержитъ тѣ и другія соли; суммарное содержаніе ихъ обозначается терминомъ „общая жесткость“. Хлористый натръ или поваренная соль содержится во всякой водѣ, причемъ ея пропорція больніе вблизи морского берега и соляныхъ залежей и меньше внутри континента. Соль эта не вредна для здоровья, но если замѣчается увеличеніе ея количества въ источникѣ водоснабженія, то это можетъ служить указаніемъ порчи его нечистотными водами, такъ какъ послѣднія содержатъ извѣстную долю той поваренной соли, которая потребляется людьми и животными. Что же касается химическихъ анализовъ, то въ нихъ опредѣляютъ обыкновенно только хлоръ, такъ какъ его количество пропорціонально количеству хлористаго натра.

Присутствіе амміака въ водѣ свидѣтельствуетъ о наличности разлагающейся органической матеріи, какъ было выяснено въ § 6. Небольшое содержаніе амміака, даже въ количествѣ не вредномъ для здоровья, служитъ прекраснымъ указаніемъ на тѣ процессы, которые совершаются въ водѣ. При анализахъ кромѣ „свободнаго“ амміака опредѣляютъ также и альбуминный амміакъ, причемъ подъ послѣднимъ подразумѣваютъ тотъ амміакъ, который можетъ получиться при дальнѣйшемъ разложеніи органической матеріи. Количество того и другого амміака даетъ указаніе на

количество содержащейся въ водѣ органической матеріи, причемъ свободный амміакъ служитъ болѣе яснымъ указаніемъ непригодности воды для питья. Нитраты являются окончательнымъ результатомъ нитрификации и количество этихъ послѣднихъ даетъ цѣнные указанія. Нитриты—неполный результатъ того-же процесса. При анализахъ воды опредѣляютъ „азотъ въ нитритахъ“ и „азотъ въ нитратахъ“, причемъ понятно, что чѣмъ больше азота, тѣмъ слѣдовательно было больше въ водѣ и органической матеріи. Малое количество амміака совмѣстно съ большимъ количествомъ нитратовъ указываютъ на почти что полное окончаніе процесса очищенія; обратное же отношеніе—на продолженіе разложенія органической матеріи и на негодность данной воды для питья. Присутствіе нитритовъ также не желательно въ питьевой водѣ, такъ какъ это есть признакъ неполнаго окончанія нитрификации.

Полезныя бактеріи, которыя играютъ важную роль въ процессѣ разложенія, сопровождаются обыкновенно паразитными товарищами, привыкшими жить за счетъ живыхъ существъ. Эти ядовитыя бактеріи являются тоже вреднымъ элементомъ въ питьевой водѣ. Въ настоящее время бактериологическій анализъ считается весьма существеннымъ. Вода не содержащая бактерій, или содержащая ихъ въ небольшомъ количествѣ, не можетъ вызвать зимотическихъ заболѣваній; большое-же количество бактерій можетъ служить причиной возникновенія этихъ заболѣваній. Во всякомъ случаѣ, біологическій анализъ всегда желателенъ и даетъ возможность правильно истолковывать результаты анализа химическаго.

II. О химическомъ анализѣ воды.

Читатель не найдетъ въ этой главѣ подробнаго описанія методовъ химическаго анализа воды, а лишь только самыя общія указанія, которыя облегчатъ ему пониманіе результатовъ этихъ анализовъ. Для полнаго анализа берется одинъ галлонъ испытуемой воды и помѣщается въ склянку съ притертой пробкой, причемъ эту склянку необходимо передъ этимъ стерилизовать съ тѣмъ, чтобы удалить всякую органическую матерію и различнаго рода бактеріи, которыя

могли бы въ ней находиться. Къ анализу слѣдуетъ приступить какъ можно скорѣй въ виду того, что процессы окисленія и нитрификаціи могутъ черезъ нѣсколько дней до нѣкоторой степени измѣнить составъ воды. Естественнo, что передъ анализомъ подвергать воду осажденію или фильтраціи не слѣдуетъ, въ виду того, что цѣль анализа заключается въ опредѣленіи всѣхъ постороннихъ веществъ въ данномъ образцѣ воды.

Такъ какъ количества получаемыя при анализахъ очень малы, то ихъ обыкновенно и выражаютъ въ миллионныхъ доляхъ вѣса воды, т. е. въ миллиграммахъ на одинъ килограммъ воды. Такъ, напримѣръ, если содержаніе хлора выражается цифрой 6,4, то это значитъ, что одинъ килограммъ воды содержитъ 6,4 миллиграммовъ хлора. Къ сожалѣнію, нѣкоторые химики употребляютъ 100000 доли вмѣсто миллионныхъ.

Жесткость.—Жесткость выражается количествомъ миллиграммовъ углекислой извести на одинъ килограммъ воды; если въ водѣ находится сернокислая известь, то ее замѣняютъ эквивалентнымъ количествомъ углекислой извести.

Для того чтобы узнать жесткость воды, растворяютъ одинъ миллиграммъ углекислой извести въ литрѣ дистиллированной воды; затѣмъ подливаютъ туда опредѣленный растворъ мыла до образованія устойчивой пѣны и замѣчаютъ то количество раствора, которое при этомъ расходуется. Теперь уже не трудно по количеству мыльного раствора, необходимаго для образованія устойчивой мыльной пѣны, опредѣлить количество миллиграммовъ углекислой извести на одинъ килограммъ воды.

Дождевая вода имѣетъ жесткость около 5, рѣчная отъ 50—100, а известковая вода—до 200 и болѣе.

Плотный остатокъ.—Подъ плотнымъ остаткомъ подразумѣвается то количество твердаго вещества, какъ органическаго, такъ и неорганическаго, которое остается послѣ выпариванія изслѣдуемой воды. Для опредѣленія этого количества въ предварительно взвѣшенный платиновый тигель наливаютъ около 100 граммовъ изслѣдуемой воды, которую затѣмъ и выпариваютъ до суха посредствомъ кипяченія. Когда же тигель охладится до первоначальной температуры, то его взвѣшиваютъ вторично, и такимъ образомъ, сравнені-

емъ этого вѣса съ вѣсомъ пустого тигля, опредѣляютъ вѣсъ плотнаго остатка. Если тигель послѣ выпариванія будетъ нагрѣтъ до краснаго каленія, то всѣ органическія вещества сгорятъ и тогда въ остаткѣ мы получимъ только неорганическія вещества, которыя находились въ испытуемой водѣ. Дождевая вода содержитъ небольшое количество твердыхъ веществъ, примѣрно около 20 миллиграммовъ на 1 килограммъ; почвенная же вода изобилуетъ ими: такъ, количество этихъ твердыхъ веществъ доходитъ въ ней иногда до 500 миллиграммовъ на килограммъ.

Хлоръ.—Количество хлора опредѣляется слѣдующимъ образомъ. Если растворъ хлористаго натрія окрасить при помощи двуххромокислаго калия въ желтый цвѣтъ и къ этому раствору прибавить ляписа, то на днѣ сосуда будутъ осаждаться бѣлые хлопья хлорнаго серебра; когда-же весь хлоръ будетъ связанъ съ серебромъ, то отъ образованія хромокислаго серебра жидкость окрасится въ красный цвѣтъ. Если, такимъ образомъ, мы будемъ подливать къ изслѣдуемой водѣ опредѣленный растворъ ляписа до образованія краснаго цвѣта, то, очевидно, легко найдемъ и количество содержащагося въ водѣ хлора. Въ обыкновенныхъ случаяхъ грунтовая и ключевая вода содержитъ отъ 1—5 миллиграммовъ хлора на 1 килограммъ воды; но по близости морского берега это количество возрастаетъ въ нѣсколько разъ.

Свободный амміакъ.—Свободный амміакъ опредѣляется при помощи раствора хлорной ртути, извѣстнаго также подъ названіемъ Несслеровскаго раствора, который придаетъ желтовато-коричневый оттѣнокъ всякой водѣ, содержащей малѣйшіе слѣды амміака. Цвѣтъ, полученный такимъ образомъ при анализѣ воды, сравнивается для опредѣленія количества амміака съ цвѣтами образцовъ, содержащихъ извѣстное уже количество этого послѣдняго. Вода, содержащая 0,05 миллиграммовъ амміака на 1 килограммъ, по всей вѣроятности очень чиста; если же количество амміака превышаетъ въ ней 0,1 миллиграммовъ на килограммъ, то она считается подозрительной, можетъ быть даже и вредной.

Альбуминный амміакъ.—Чтобы опредѣлить количество альбуминнаго амміака въ данной водѣ, прежде всего слѣдуетъ дистиллировать эту воду съ цѣлью выдѣленія свободного амміака; потомъ, для того чтобы окислить оставшіяся

въ водѣ азотистыя органическія вещества, прибавляютъ растворъ марганцовистокислаго калия. Количество полученнаго при этомъ свободнаго амміака въ водѣ опредѣляется, какъ было описано выше, растворомъ Несслера. Этотъ амміакъ называется альбуминнымъ потому, что альбуминъ, при дѣйствіи марганцовистокислаго калия, легко отдаетъ амміакъ. Количество альбуминнаго амміака въ хорошей водѣ очень незначительно: 0,05 считается небольшимъ, а 0,50—очень высокимъ содержаніемъ его.

Азотъ въ нитратахъ и нитритахъ.—Здѣсь только лишь укажемъ, не входя въ подробности, на то, что количество нитратовъ и нитритовъ опредѣляется при помощи окрашивания опредѣленнымъ растворомъ. Для того чтобы имѣть надлежащее сужденіе о качествахъ воды, нужно опредѣлить количество азота въ нитратахъ и нитритахъ отдѣльно, такъ какъ первые указываютъ на болѣе совершенную нитрификацію, чѣмъ вторые. Хорошая питьевая вода должна заключать въ себѣ отъ 1—2 миллиграммовъ азота въ нитратахъ и только слѣды азота въ нитритахъ.

Поглощенный кислородъ.—Подъ этимъ терминомъ подразумеваютъ количество кислорода, поглощенное изслѣдуемой водой изъ марганцовисто-кислаго калия, растворъ котораго постепенно подливаютъ въ воду до образованія устойчиваго пурпурнаго цвѣта. Кислородъ, освобожденный изъ марганцовистокислаго калия, затрачивается на окисленіе органическихъ веществъ; понятно, что чѣмъ больше вода содержитъ органической матеріи, тѣмъ больше она поглощаетъ кислорода. Если количество поглощеннаго кислорода не достигаетъ 1 миллиграма, то вода чиста; если-же вода поглощаетъ отъ 4—5 миллиграммовъ кислорода, то это ясный показатель вредности ея.

12. Біологическій анализъ воды.

Хотя общія свойства воды, какъ-то цвѣтъ, запахъ ея и вкусъ, принято обыкновенно отмѣчать въ химическихъ и біологическихъ изслѣдованіяхъ, тѣмъ не менѣе эти данныя интересны лишь какъ показатели извѣстныхъ подозрительныхъ свойствъ воды. Желтый и коричневый цвѣтъ, запахъ растеній, рыбы и плѣсени производятъ, конечно, непріятное

впечатлѣніе и понятно, что мутная вода, имѣющая притомъ непріятный запахъ, должна казаться подозрительной; однако, изъ этого еще не слѣдуетъ, чтобы она была безусловно вредна для употребленія. Дѣйствительно, констатированіе того, что вода безцвѣтна и безвкусна само по себѣ не имѣетъ еще серьезнаго значенія, такъ какъ извѣстно, что нѣкоторыя эпидеміи тифа и холеры были обусловлены именно свѣтлой и чистой водой. Микроскопическій анализъ примѣняется для того, чтобы опредѣлить, какого рода органическая матерія находится во взвѣшенномъ видѣ въ данной водѣ. Мертвая органическая матерія можетъ быть либо растительнаго, либо животнаго происхожденія, причемъ можно также установить и принадлежность этой матеріи къ тому или другому царству. Что-же касается до живой органической матеріи, то она обыкновенно принадлежитъ къ извѣстному виду водорослей изъ семейства десмидовыхъ и діатомовыхъ.

Десмиды имѣютъ золотистую окраску, тогда какъ діатомы обладаютъ коричневатымъ цвѣтомъ и кремнистой структурой. Десмиды не вредны въ питьевой водѣ; діатомы-же часто портятъ ее, ибо при разложеніи издають запахъ рыбы или запахъ свиного помета.

Особенно классы *Ctenothrix*'овъ и *Volvox*'овъ придаютъ водѣ дурной запахъ; нельзя однако опредѣленно высказаться за то, чтобы они вызывали заболѣванія. Эти семейства принадлежатъ къ низшему разряду окрашенныхъ индивидуумовъ растительнаго царства; слѣдующій за ними еще болѣе низкій классъ бактерій безцвѣтенъ. Первые могутъ быть обнаружены при помощи микроскопа, увеличивающаго въ 200 разъ; бактеріи же требуютъ гораздо болѣе сильнаго увеличенія. Полный біологическій анализъ имѣетъ цѣлью опредѣлить количество каждаго вида діатомовъ и другихъ водорослей, находящихся въ 1 кубическомъ сантиметрѣ воды.

Но важнѣйшую часть бактеріологическаго анализа составляетъ бактеріологическое изслѣдованіе. Оно имѣетъ цѣлью опредѣлить количество бактерій въ 1 куб. сантиметрѣ воды, а это очень важно, такъ какъ такимъ путемъ получаютъ указанія о чистотѣ этой послѣдней. Если вода не содержитъ бактерій, то она не производитъ зимотическихъ

заболѣваній; съ увеличеніемъ же въ ней числа бактерій возрастаетъ и ея способность причинять вышеупомянутыя заболѣванія. Въ хорошей питьевой водѣ не должно содержаться больше 100 бактерій на 1 куб. сантиметръ воды. Для того чтобы опредѣлить количество бактерій въ данной водѣ, прежде всего приготавливаютъ желе изъ альбумина, желатина и мясного сока, которое могло-бы послужить соотвѣтственной средой для ихъ питанія и размноженія. Затѣмъ взбалтываютъ старательно 1 куб. сантиметръ воды приблизительно съ 10 куб. сантиметрами разжиженного желе и разливаютъ эту смѣсь тонкимъ слоемъ на стерилизованную пластинку, гдѣ даютъ ей застыть. Вскорѣ послѣ этого каждая отдѣльная бактерія, начиная питаться, размножается посредствомъ дѣленія и черезъ небольшой промежутокъ времени образуетъ видимую простымъ глазомъ колонію, а спустя, приблизительно, 48 часовъ можно уже сосчитать число образовавшихся колоній и опредѣлить такимъ образомъ количество бактерій, находящихся въ 1 куб. сантиметрѣ воды. Если число колоній очень велико, то стеклянную пластинку, на которую выливается желе, разбиваютъ на равные квадратики и производятъ подсчетъ колоній въ опредѣленномъ квадратикѣ.

Дальнѣйшее же изслѣдованіе состоитъ въ опредѣленіи вида бактерій при помощи микроскопа; однако, оно производится очень рѣдко, такъ какъ требуетъ большаго искусства. И, вообще говоря, весь бактеріологическій анализъ требуетъ большаго умѣнія, такъ какъ, прежде всего, необходимо избѣжать появленія на желатинѣ бактерій изъ какого бы то ни было другого источника.

Другой бактеріологическій методъ изслѣдованія состоитъ въ слѣдующемъ. Часть бактерій изъ культуры на желатинѣ прививаютъ кролику и наблюдаютъ—не проявятся ли онѣ какихъ-либо признаковъ зимотического заболѣванія. Обыкновенно послѣ инкубационнаго періода кролика убиваютъ и, вскрывъ ему брюшную полость, изслѣдуютъ кишечникъ, съ тѣмъ чтобы убѣдиться, не обнаруживается ли послѣдній характерныхъ при тифѣ воспалительныхъ процессовъ. Понятно, что такого рода изслѣдованіе требуетъ большой сноровки и можетъ быть производимъ лишь только въ бактеріологическихъ лабораторіяхъ.

Укажемъ здѣсь еще на одинъ очень простой способъ біологическаго изслѣдованія воды, извѣстный подъ названіемъ способа Heisch'a. Берутъ небольшую бутылку прозрачнаго стекла съ притертой пробкой и погружаютъ на полчаса въ кипящую воду, съ тѣмъ чтобы уничтожить могущія быть въ ней бактеріи. Затѣмъ наполняютъ ее изслѣдуемой водой и всыпаютъ чайную ложку бѣлой сахарной пудры. Послѣ этого бутылку предоставляютъ дѣйствію свѣта, оставивъ на окнѣ, въ теплой комнатѣ, на недѣлю или 10 дней. Если по истеченіи этого срока вода становится мутной, то это во всякомъ случаѣ очень подозрительно, такъ какъ эта муть можетъ обуславливаться размноженіемъ бактерій; если же она остается прозрачной, то употребленіе ея безопасно.

13. Толкованіе результатовъ анализа.

Химическій анализъ извѣстенъ уже давно и потому болѣе систематизированъ, чѣмъ біологическій. Въ литературѣ этого вопроса мы можемъ найти очень много хорошо истолкованныхъ химическихъ анализовъ, что, къ сожалѣнію, не имѣетъ мѣста по отношенію къ анализамъ біологическимъ. Несомнѣнно, что въ будущемъ, при дальнѣйшемъ совершенствованіи біологическихъ изслѣдованій, оба анализа будутъ идти рука объ руку, причемъ одинъ изъ нихъ будетъ служить необходимымъ дополненіемъ другого. Не слѣдуетъ, конечно, предполагать, чтобы одинъ какой-нибудь химическій анализъ могъ-бы привести къ опредѣленному заключенію относительно качества данной воды. Это возможно лишь въ исключительныхъ случаяхъ, такъ какъ, по большей части, немыслимо приступить къ толкованію результатовъ анализа безъ предварительнаго знакомства съ тѣмъ источникомъ, изъ котораго взять образецъ испытуемой воды. Это обстоятельство находитъ себѣ очень простое объясненіе въ томъ фактѣ, что химическія вещества, опредѣляемые анализомъ, сами по себѣ не ядовиты; онѣ являются лишь показателями того количества органической матеріи, которое содержитъ изслѣдуемая вода. Органическая же матерія причиняетъ заболѣванія лишь только во время своего разложенія, такъ какъ этотъ процессъ способствуетъ развитію вредныхъ бактерій; однако и здѣсь мно-

гое еще зависитъ отъ разныхъ физическихъ условій. Такъ, рѣчная вода, содержащая много альбуминнаго амміака и мало нитратовъ, оказывается иногда менѣе вредной, чѣмъ ключевая вода, въ которой нитраты преобладаютъ надъ альбуминнымъ амміакомъ. Присутствіе хлора въ водѣ не имѣетъ еще рѣшающаго значенія, пока мы не узнаемъ о его происхожденіи. Короче, знаніе топографіи и санитарныхъ условій мѣстности безусловно необходимо для удовлетворительнаго толкованія химическаго анализа. Болѣе подробныя данныя по этому вопросу будутъ приведены въ слѣдующей главѣ.

Существуетъ распространенное мнѣніе, что химикъ можетъ дать безпристрастный отзывъ лишь о той водѣ, происхожденія которой онъ не знаетъ. Оно вытекаетъ, вѣроятно, изъ убѣжденія, что химикъ судить о вліяніи амміака и нитратовъ также, какъ и о вліяніи мыньяка и свинца. Однако, изъ предыдущаго видно, что это вовсе не такъ. Вѣдь амміакъ, нитраты и нитриты сами по себѣ вовсе не вредны, а указываютъ только на присутствіе органической матеріи въ водѣ; поэтому ни одинъ серьезный химикъ не выскажется относительно данной воды, не зная ея источника и мѣстныхъ физическихъ условій. Въ случаѣ если вода заражена холерными или тифозными бациллами, врядъ-ли можетъ удасться при помощи химическаго анализа доказать существованіе infekціи. Это происходитъ оттого, что количество зараженной матеріи и сопровождающихъ ее бактерій такъ незначительно, что оно едва замѣтно въ общей массѣ органическихъ веществъ. Для того чтобы убѣдиться въ этомъ, Latham произвелъ слѣдующій интересный опытъ. Взявъ два одинаковыхъ сосуда съ водой, онъ въ одномъ изъ нихъ размѣшалъ такое количество экскрементовъ больного холерой, которое могло-бы причинить заболѣваніе, и тѣмъ не менѣе химическій анализъ, произведенный надъ обоими образцами, не обнаружилъ въ нихъ никакой разницы.

Во многихъ трудахъ даются нормы примѣсей въ „такъ называемой“ чистой водѣ. Эти нормы видоизмѣняются, однакоже, соотвѣтственно мѣстности и роду воды и могутъ быть поэтому разсматриваемы, въ общей сложности, лишь какъ выраженіе индивидуальныхъ мнѣній. Такъ, на примѣръ, правила гигиенической лабораторіи штата Мичиганъ, бывшія въ силѣ въ 1897 году, устанавливаютъ слѣдующее максимальное содержа-

ніе примѣсей въ миллиграмахъ въ 1 килограммъ питьевой воды. Жесткость— 50; плотный остатокъ—500, причемъ органическія вещества не должны превышать въ немъ 200; хлоръ—12,1; свободный амміакъ—0,05; альбуминный амміакъ—0,15; азотъ въ нитратахъ—0,9; только слѣды азота въ нитритахъ; поглощенный кислородъ—2,2; болѣзнетворныхъ зародыней въ такомъ количествѣ, которое не могло бы быть обнаружено испытаніемъ надъ животными. Эти требованія очень строги; однако-же, мы считаемъ нужнымъ повторить здѣсь еще разъ, что правильный способъ сужденія о качествахъ питьевой воды заключается не въ педантичномъ сравненіи количества примѣсей съ выработанными нормами, а въ изученіи анализовъ въ ихъ цѣломъ и въ одновременномъ, всестороннемъ изслѣдованні даннаго источника воды. При этомъ замѣтимъ, что дѣло это требуетъ большой опытности. Кромѣ того, для того чтобы имѣть надлежащее сужденіе о качествахъ той или другой воды, слѣдуетъ произвести нѣсколько анализовъ ея, имѣя въ виду, что количество амміака, нитратовъ и плотнаго остатка не одинаково въ различныя времена года.

Слѣдующая таблица поможетъ новичку въ этомъ дѣлѣ составить себѣ ясное представленіе о разницѣ между чистой и очень загрязненной водой.

	Чистая вода въ миллион. доляхъ вѣса.	Грязная вода въ миллион. доляхъ вѣса.
Плотный остатокъ	50,0	700,0
Органическая матерія . .	30,0	200,0
Неорганическая матерія.	20,0	500,0
Хлоръ	3,0	40,0
Свободный амміакъ	0,010	25,000
Альбуминный амміакъ . . .	0,100	10,000
Азотъ въ нитратахъ	0,200	0,100
Азотъ въ нитритахъ	0,000	0,005
Поглощенный кислородъ . .	0,5	40,0
Бактеріи въ 1 куб. сант. . .	25	1000000

Таб. № 2.

Замѣтимъ, что цифры этой таблицы не являются результатомъ анализа опредѣленныхъ образцовъ воды, а представляютъ изъ себя грубое среднее многочисленныхъ анализовъ. Само собой разумѣется, что анализы, произведенные надъ другими образчиками хорошей и загрязненной воды, могутъ привести и къ совершенно инымъ результатамъ.

14. Результаты санитарной науки.

Въ предыдущихъ параграфахъ мы дали краткій очеркъ тѣхъ элементовъ санитарной науки, которые необходимы для изученія санитарной техники. Изъ историческихъ данныхъ мы познакомились съ тѣмъ, что было сдѣлано въ области санитаріи въ отдаленныя времена и узнали, что нечистоплотныя привычки средневѣковыхъ народовъ способствовали распространенію ужасныхъ эпидемій чумы. Параграфы о классификаціи болѣзней, статистикѣ смертности и бактеріологіи объяснили намъ современную теорію инфекціонныхъ заболѣваній посредствомъ органическихъ зародышей. Далѣе мы разобрали видоизмѣненія органической матеріи при ея разложеніи и пришли къ заключенію, что для успѣннаго хода этого процесса требуется присутствіе бактерій. Читателю теперь уже должно быть ясно, почему нечистоты зараждаютъ болѣзнь и какъ эти послѣднія черезъ воду и воздухъ передаются людямъ.

Изъ всего вышесказаннаго слѣдуетъ, что необходимо тщательно вентилировать улицы и дома, заботиться о чистотѣ питьевой воды и, посредствомъ соотвѣтственнаго дренажа и канализаціи, удалять всякія нечистоты изъ предѣловъ населенныхъ мѣстъ.

Познакомивъ, наконецъ, читателя со способами химическаго и біологическаго анализа воды, мы положили основаніе для дальнѣйшаго обсужденія качествъ воды и способовъ ея очищенія.

На многихъ примѣрахъ было уже показано какимъ образомъ, при соблюденіи законовъ санитаріи, оказывается возможнымъ ослабить силу и распространеніе зимотическихъ заболѣваній. Остается еще выяснитъ вопросъ о томъ, въ какой мѣрѣ важныя открытія въ этой области въ 19 столѣтіи способствовали увеличенію средняго возраста населенія.

Съ этою цѣлью авторъ данной книги обратился къ изученію пяти народныхъ переписей, произведенныхъ въ Соединенныхъ Штатахъ и принелъ къ заключеніямъ, которыя становятся очевидными изъ разсмотрѣнія таблицы № 3. Несмотря на возможные ошибки, обусловленные неточными отвѣтами опрашиваемыхъ и неаккуратностью записывающихъ, читатель можетъ отнестись съ полнымъ довѣріемъ къ предложеннымъ даннымъ и выводить изъ нихъ соотвѣтствующія заключенія, такъ какъ вышеуказанныя ошибки, слѣдуя опредѣленному закону, повторяются въ любой переписи.

Годъ переписи.	Всѣ классы.	Бѣлые.	Цвѣтные.	Бѣлые уроженцы.
1850	18,28	18,60	16,48	—
1860	18,87	19,31	16,53	—
1870	19,65	19,90	17,67	16,21
1880	20,45	20,93	17,47	17,80
1890	21,38	21,95	17,65	18,87
1900	(22,3)	(23,0)	—	(19,90)

Табл. № 3.

Среднимъ возрастомъ называется тотъ возрастъ, относительно котораго одна половина населенія моложе, а другая старше. Такъ, въ 1850 году, въ Соединенныхъ Штатахъ, одной половинѣ всего населенія было меньше, а другой больше 18,28 лѣтъ.; Второй столбецъ устанавливаетъ, что съ 1850 по 1890 годъ средній возрастъ всѣхъ классовъ населенія повысился на 3,1 года; изъ третьяго столбца видно, что средній возрастъ для бѣлаго населенія повысился еще больше, а изъ четвертаго, что для цвѣтнаго населенія этотъ возрастъ увеличился всего на всего на 1,2 года. Однако-же, изъ второго и третьяго столбца нельзя еще сдѣлать вполнѣ правильныхъ заключеній, въ виду того, что въ переписи были также включены и иммигранты; на этомъ же основаніи и послѣдній столбецъ содержитъ только приблизительныя цифры. Тѣмъ не менѣе, изъ вышеприведенныхъ данныхъ мы можемъ все таки заключить, что средній возрастъ

населенія увеличивается, приблизительно, на одинъ годъ въ каждое десятилѣтіе. Поэтому и предсказаніе на 1900 годъ, стоящее въ скобкахъ, имѣетъ свое основаніе. Въ этомъ увеличеніи средняго возраста и заключается блестящій результатъ развитія санитарной науки въ теченіе второй половины 19 столѣтія.

Глава II.

Вода и ея очищеніе.

15. Осадки.

Когда температура воздуха понижается подъ вліяніемъ холодныхъ вѣтровъ, то вся вода, испарившаяся съ суши и океановъ, низвергается обратно на поверхность земли. При своемъ паденіи на землю дождь собираетъ много пыли изъ атмосферы и нечистотъ съ поверхности земли. Стекая по поверхности, онъ образуетъ болота, ручьи и рѣки; просачиваясь же въ почву, онъ появляется снова въ видѣ родниковъ и колодцевъ. Такимъ образомъ, всѣ водохранилища обязаны своимъ происхожденіемъ главнымъ образомъ дождю. Количество падающаго дождя измѣряется толщиною образовавшагося слоя воды, выраженнаго въ дюймахъ. Дождемѣръ состоитъ изъ открытаго сосуда для собиранія падающей воды и изъ цилиндрической стеклянной трубки меньшаго діаметра для болѣе удобнаго отсчитыванія высоты.

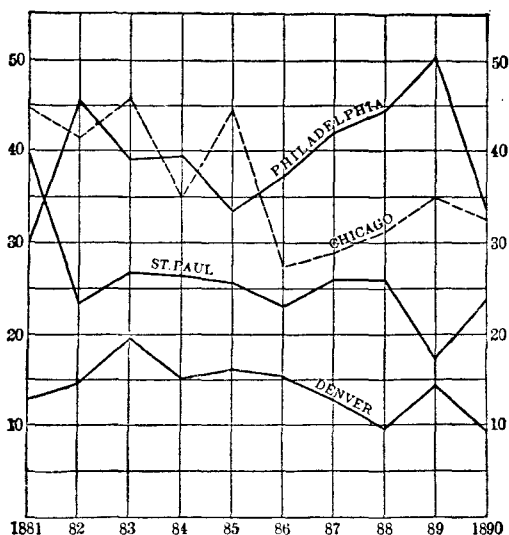
Если площадь поперечнаго сѣченія трубки составляетъ одну десятую часть площади сосуда, то слой воды въ одинъ дюймъ въ сосудѣ займетъ десять дюймовъ высоты въ трубкѣ и 0,01 дюйма въ сосудѣ будетъ соотвѣтствовать 0,10 дюйма въ трубкѣ. Дѣленія въ трубкѣ намѣчаются такимъ образомъ, что высота осадковъ отсчитывается по нимъ непосредственно. Для точныхъ наблюденій пользуются самопишущими дождемѣрами, которые отмѣчаютъ непрерывно высоту осадковъ. При измѣреніи осадковъ въ видѣ снѣга и града ихъ отсчетъ производятъ послѣ того, какъ они растаяли.

Въ полярномъ поясѣ выпадаетъ наименьшее, а въ тропическомъ наибольшее количество осадковъ. Такъ, на экваторѣ среднее количество осадковъ въ теченіе года равно 100 дюймамъ, на широтѣ 40° оно составляетъ около 40 дюймовъ, а на широтѣ 60° только 20. Существуютъ однако нѣкоторыя мѣстности въ умѣренномъ поясѣ, лишенныя, собственно говоря, всякихъ осадковъ, какъ напримѣръ, средній Египетъ или же, подобно нѣкоторымъ горнымъ мѣстностямъ въ Индіи, обладающія среднимъ числомъ 500 дюймами осадковъ въ годъ. Количество осадковъ данной мѣстности зависитъ отъ направлешя господствующихъ вѣтровъ и отъ степени близости ея къ горамъ и океанамъ. Обширная область въ Соединенныхъ Штатахъ, извѣстная раньше подъ названіемъ Великой Американской Пустыни, имѣетъ въ среднемъ всего на всего 15 дюймовъ осадковъ въ годъ. Она включаетъ въ себя штаты: Аризона, Невада, Нью-Мексико, Колорадо, Юта, Уайомингъ и Монтана, а также и прилегающія части нѣкоторыхъ другихъ штатовъ. Наименьшее количество осадковъ—7¹/₂ дюймовъ—выпадаетъ на долю Невады. Всѣ эти штаты, занимающіеся хлѣбопашествомъ, пользуются искусственнымъ орошеніемъ, причемъ та вода, которая выпадаетъ въ дождливое время года, собирается и расходуется во время засухи.

Штаты, расположенные у Мексиканскаго залива, извѣстны большимъ количествомъ выпадающихъ въ нихъ въ теченіе года осадковъ; количество послѣднихъ колеблется среднимъ числомъ между 50—55 дюймами. Штаты Флорида и Луизиана стоятъ еще выше по количеству осадковъ, которые достигаютъ въ нихъ приблизительно 54—55 дюймовъ; нѣкоторыя-же мѣстности въ этихъ штатахъ имѣютъ до 60 дюймовъ осадковъ. Максимальное количество осадковъ, въ среднемъ 90 дюймовъ, приходится на Пуджетъ-Саундъ, въ Орегонѣ и Вашингтонѣ, хотя на всей остальной территоріи этихъ штатовъ выпадаетъ только около 40 дюймовъ осадковъ.

Во всякомъ случаѣ, количество осадковъ данной мѣстности можетъ въ продолженіе нѣсколькихъ лѣтъ измѣняться весьма значительно. Такъ, среднее количество осадковъ въ Филадельфіи, штата Пенсильванія, въ теченіе десятилѣтія 1881—1890 — составляло 39,6 дюймовъ; между тѣмъ, въ

1890 году оно достигло 50,8, а въ 1885 понизилось до 33,4 дюймовъ; такимъ образомъ, разница соотвѣтственно выражается 28—16⁰/. Подобно этому въ Денверѣ, штата Колорадо, колебаніе выпаденія годовыхъ осадковъ отъ средняго къ максимуму и минимуму выражалось соотвѣтственно 40—46⁰/. Въ тѣхъ случаяхъ, когда водоснабженіе города основано всецѣло на осадкахъ, т. е. когда онъ принужденъ пользоваться сборными резервуарами, слѣдуетъ, главнымъ образомъ, обращать вниманіе не на среднее, а на минимальное количество осадковъ.



Черт. № 3.

Распределеніе осадковъ въ теченіе года въ различныхъ мѣстностяхъ очень разнообразно. Согласно грубому общему правилу, наибольшее количество осадковъ принадлежитъ лѣту, наименьшее-же осени; однако, это правило можетъ быть примѣнено къ нѣкоторымъ штатамъ какъ разъ въ обратномъ смыслѣ.

Таблица № 4, извлеченная изъ болѣе обширной, составленной метеорологическимъ бюро Соединенныхъ Штатовъ, даетъ общее понятіе о среднемъ распределеніи осадковъ по временамъ года въ различныхъ частяхъ страны. Въ Массачузетсѣ осадки распределяются равномерно въ теченіе всего года, тогда какъ въ Калифорніи зима разъ

въ десять влажныхъ лѣтъ. При проектированіи сборныхъ резервуаровъ для водоснабженія слѣдуетъ главнымъ образомъ имѣть въ виду снабженіе города достаточнымъ количествомъ воды въ наиболѣе сухое время года, для чего надо запастись подробными наблюденіями надъ количествомъ осадковъ по мѣсяцамъ и временамъ года.

Осадки въ дюймахъ.

Названіе штатовъ.	Весной.	Лѣтомъ.	Осенью.	Зимой.	За годъ.
Массачузетсъ . .	11,6	11,4	11,9	11,7	46,6
Нью-Йоркъ . . .	8,5	10,4	9,7	7,9	36,5
Пенсильванія . .	10,3	12,7	10,0	9,5	42,5
Виргинія	10,9	12,5	9,5	9,7	42,6
Южная Каролина	9,8	16,2	9,7	9,7	45,4
Алабама	14,9	13,8	10,0	14,9	53,6
Луизіана	13,7	15,0	10,8	14,4	53,9
Кентуки	12,4	12,5	9,7	11,8	46,4
Иллинойсъ . . .	10,2	11,2	9,0	7,7	38,1
Миннесота . . .	6,5	10,8	5,8	3,1	26,2
Небраска	8,9	10,9	4,9	2,2	26,9
Колорадо	4,2	5,5	2,8	2,3	14,8
Монтана	4,2	4,9	2,6	2,3	14,0
Калифорнія . . .	6,2	0,3	3,5	11,9	21,9
Средняя высота .	9,2	10,3	8,3	8,6	36,3

Табл. № 4.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, какъ напримѣръ при проектированіи канализаціи, максимальное количество осадковъ въ теченіе дня и часа является вопросомъ большой важности. Такъ, въ Бостонѣ, штата Массачузетсъ, въ 1892 году наибольшее количество осадковъ равнялось 8,9 дюйма въ теченіе сутокъ; въ Филадельфіи, штата Пенсильванія,—5,2; въ Чарльстонѣ, штата Ю. Каролина,—8,3; въ Чикаго, штата Иллинойсъ,—5,6; въ Сентъ-Полѣ, штата Миннесота,—3,7;

въ Нью-Орлеанѣ, штата Луизіана,—8,9; въ Нашвилѣ, штата Теннесси,—5,2; въ Денверѣ, штата Колорадо,—6,5; въ Санъ-Франциско, Калифорсія,—4,7. Что же касается наибольшаго часового осадка, то онъ обыкновенно не иревышаетъ одного дюйма; два дюйма есть уже очень рѣдкое явленіе. Однако-же, 3 Августа 1897 года въ Филадельфіи, штата Пенсильванія, наблюдалось въ теченіе часа 3,3 дюйма осадковъ, причеъъ 0,9 дюйма осадковъ выпало въ теченіе 10 минутъ.

16. Испареніе, стеканіе и просачиваніе.

Вода, выпавшая въ видѣ дождя, образуетъ рѣки и ручьи или же просачивается въ почву. Одновременно съ этимъ она начинаетъ испаряться; пары воды, сгущаясь опять въ атмосферѣ въ облака, падаютъ обратно на поверхность земли въ видѣ дождя. Тѣмъ не менѣе, нѣкоторая часть стекающей по поверхности воды, не смотря на испареніе, можетъ быть собрана и сохранена въ резервуарахъ для дальнѣйшаго пользованія. Чтобы изслѣдовать быстроту испаренія воды, берутъ нѣсколько плоскихъ сосудовъ наполненныхъ водой и, поставивъ ихъ на землю, измѣряютъ въ нихъ ежедневно глубину воды и количество прибывающихъ осадковъ. Этотъ опытъ можетъ быть также произведенъ на поверхности озера или какого-либо другаго водовмѣстилища посредствомъ плавающихъ ящиковъ.

Извѣстно, что вода легче испаряется съ поверхности воды, чѣмъ съ поверхности земли и что испареніе сильнѣе въ сухихъ и пустынныхъ мѣстностяхъ, чѣмъ въ населенныхъ; равнымъ образомъ, оно значительнѣе на низменностяхъ, чѣмъ въ горахъ и, кромѣ того, оно увеличивается вмѣстѣ съ увеличеніемъ температуры и скорости вѣтра. Въ штатахъ, прилегающихъ къ Атлантическому океану, количество испареній достигаетъ, приблизительно, 40% годовыхъ осадковъ съ поверхности земли и 60% съ поверхности воды, причеъъ въ низменныхъ и плоскихъ мѣстностяхъ этотъ процентъ значительно увеличивается, тогда какъ на возвышенностяхъ и крутизнахъ онъ въ такой-же мѣрѣ понижается. Въ сухой мѣстности, расположенной къ западу отъ Скалистыхъ горъ, испареніе съ поверхности воды превышаетъ въ нѣсколько разъ количество выпадающихъ осад-

ковъ. Въ первой области половина всѣхъ выпадающихъ въ теченіе года осадковъ можетъ быть употреблена на водоснабженіе, а во второй для этой же цѣли можетъ быть использованъ значительно меньшій процентъ.

Количество стекающей и просачивающейся воды зависитъ отъ топографіи мѣстности и отъ свойствъ ея почвы. На крутыхъ горныхъ скатахъ стекаетъ около 80% всѣхъ осадковъ, тогда какъ на ровной мѣстности часть осадковъ естественно должна просачиваться въ почву. Въ холмистой мѣстности стекаетъ отъ 40—70% годовыхъ осадковъ, остальное-же количество испаряется и просачивается. Съ цѣлью опредѣленія количества воды, стекающей въ бассейнѣ какого-либо источника, измѣряютъ то количество воды, которое протекаетъ въ этомъ послѣднемъ, при помощи способовъ, излагаемыхъ въ курсахъ гидравлики; продолживъ такія наблюденія въ теченіе цѣлаго года со среднимъ количествомъ осадковъ, можно опредѣлить въ среднемъ довольно точно количество стекающей воды. Если-же, почему бы то ни было, подобныя наблюденія оказались-бы невыполнимыми, то для выясненія этого вопроса можно было-бы прибѣгнуть къ изученію наблюденій, примѣнимыхъ къ топографическимъ и климатическимъ условіямъ данной мѣстности. Примѣръ такого вычисленія приведенъ въ § 31.

Хотя просачивающаяся вода поглощается до нѣкоторой степени корнями, произрастающихъ на поверхности деревьевъ и другихъ растеній тѣмъ не менѣе большая ея часть проникаетъ еще глубже, образуя такъ называемую почвенную воду. Послѣдняя появляется на поверхности въ видѣ источниковъ, ключей и искусственныхъ колодцевъ. Подъ землею она имѣетъ постоянное теченіе обыкновенно по направленію къ близъ находящейся рѣкѣ, озеру и т. п. При благоприятныхъ геологическихъ условіяхъ небольшая часть воды просачивается еще нѣсколько глубже и образуетъ подземныя водохранилища, изъ которыхъ получается артезианская вода.

Выпаденіе осадковъ, стеканіе и просачиваніе даютъ начало тремъ классамъ питьевой воды: 1) дождевой водѣ, которая собирается во время дождя; 2) поверхностнымъ водамъ, какъ-то болотамъ, рѣкамъ и озерамъ, и 3) грунтовымъ водамъ: ключамъ и колодцамъ. Въ слѣдующихъ главахъ мы

перейдемъ къ описанію и сравненію этихъ различныхъ водъ, укажемъ на источники ихъ загрязненія и на способы ихъ очищенія.

17. Дождевая вода.

Въ домашнемъ обиходѣ, въ особенности въ деревнѣ, очень часто пользуются дождевой водой. Водосборною площадью служить обыкновенно въ данномъ случаѣ крыша дома, откуда вода направляется либо въ чанъ на чердакѣ, либо въ подземную цистерну. Такъ какъ есть основаніе предполагать, что крыша покрыта пылью, то не слѣдуетъ пускать воду въ чанъ или цистерну раньше, чѣмъ часа черезъ два послѣ начала дождя. Какъ чанъ, такъ и цистерна должны быть непременно снабжены предохранительной трубкой во избѣжаніе переполненія; однако-же, не слѣдовало-бы ни подъ какимъ видомъ допускать, чтобы эта труба имѣла какое-бы то ни было сообщеніе съ помойными ямами или же съ канализационными трубами. Примѣняя соотвѣтственные предосторожности, можно получить, въ особенности въ деревнѣ, довольно чистую дождевую воду, годную для питья; тѣмъ не менѣе, нѣкоторые, непривыкшіе къ ея вкусу, отвергаютъ ее какъ таковую. Во всякомъ случаѣ, благодаря свойственной ей мягкости, она является безусловно наилучшей водой для мытья. Собранная въ городѣ, она содержитъ обыкновенно несравненно больше сажи, пыли и органической матеріи, чѣмъ въ деревнѣ.

Химическій анализъ дождевой воды показываетъ, что она содержитъ значительно меньше плотнаго остатка, чѣмъ всякая другая вода: примѣрно, отъ 20—40 частей на миллионъ. Свободный и альбуминный амміакъ встрѣчаются въ ней постоянно, причемъ первый часто превышаетъ даже 0,050; зато второго много меньше. Количество хлора обыкновенно не превосходитъ 1,0, но по мѣрѣ приближенія къ морскому берегу оно значительно увеличивается благодаря вѣтру, который приноситъ соль съ моря. Азота въ нитратахъ обыкновенно очень мало: скажемъ, не больше 0,05 частей на миллионъ. Въ общемъ, анализъ воды, взятой изъ хорошаго содержимой цистерны, указываетъ на безусловную ея доброкачественность. Иногда, впрочемъ, констати-

руется слишкомъ большое содержаніе свободного амміака; но это происходитъ въ данномъ случаѣ вовсе не вслѣдствіе присутствія въ ней органической матеріи: весьма вѣроятно, что свободный амміакъ увлекается изъ атмосферы дождемъ во время его паденія на землю. Однако, заурядный деревенскій хозяинъ врядъ-ли станетъ собирать дождевую воду соотвѣтственнымъ образомъ и содержать въ должномъ порядкѣ чанъ или цистерну. Такъ, всякій чанъ можетъ быть легко зараженъ плѣсенью, а любая цистерна испорчена домашними отбросами или просачивашемъ нечистотъ черезъ почву. Кромѣ того, птицы и крысы могутъ легко попасть въ трубы, отводящія воду съ крышъ: въ такомъ случаѣ вода, проникая въ чанъ или цистерну, будетъ непременно захватывать съ собой часть органической матеріи отъ труповъ этихъ животныхъ. Тѣ лица, которымъ приходилось присутствовать при чисткѣ цистерны, помнятъ, конечно, дурной запахъ, сопровождавшій эту операцію; послѣдній то и указываетъ на процессъ разложенія органической матеріи. Въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ существуетъ обычай бросать въ цистерну, съ тѣмъ чтобы устранить дурной запахъ, куски древеснаго угля; однако-же, чистота воды отъ этого вовсе не увеличивается.

Изъ всего вышесказаннаго видно, что дождевую воду не слѣдуетъ употреблять для питья; это возможно лишь въ тѣхъ рѣдкихъ случаяхъ, когда принимаются особенныя мѣры противъ ея зараженія. Однако-же мягкость ея, связанная съ большой экономіей на мылѣ, дѣлаетъ эту воду особенно пригодной для мытья.

Снѣгъ собираетъ изъ атмосферы значительно большее количество твердыхъ частицъ, чѣмъ дождь; само собой разумѣется, что деревенскій снѣгъ все-таки гораздо чище городского. Послѣ своего паденія снѣгъ впитываетъ въ себя различныя нечистоты съ поверхности земли и крышъ, такъ что количество органической матеріи и свободного амміака можетъ въ теченіе двухъ, трехъ дней увеличиться въ немъ вдвое. Вообще говоря, вода, полученная изъ растаявшаго снѣга, не полезна; тоже самое можно сказать и о льдѣ, который образуется изъ такого снѣга.

18. Поверхностныя воды.

Къ поверхностнымъ водамъ относятся болота, рѣки и озера; всѣ онѣ по своему характеру рѣзко отличаются другъ отъ друга. Болотная вода содержитъ значительное количество растительной и органической матеріи, въ ручьяхъ и рѣкахъ вода, благодаря теченію, постоянно улучшается; но самая чистая поверхностная вода есть, конечно, вода озерная. Качество воды улучшается двумя способами: 1) осажде-ніемъ и 2) насыщеніемъ воздухомъ, причемъ въ первомъ случаѣ удаляются только взвѣшенные вещества, тогда какъ во второмъ кислородъ способствуетъ разложенію и даже разрушенію какъ взвѣшенной, такъ и растворенной органической матеріи.

Какъ было уже выше сказано, болотная вода богата растительными и органическими веществами и вообще плотнымъ остаткомъ; въ ней находится также въ большомъ количествѣ и альбуминный амміакъ. Поэтому въ болотистыхъ и торфяныхъ мѣстностяхъ вода окрашена въ коричневатый цвѣтъ; тѣмъ не менѣе находящаяся въ ней растительная органическая матерія имѣетъ свойство сохраняться очень долго въ одномъ и томъ-же состояніи, не подвергаясь дальнѣйшему разложенію, почему ея очень удобно пользоваться во время продолжительныхъ морскихъ плаваній. Между тѣмъ, болотную воду, употребляемую для общественнаго водоснабженія, въ виду того, что перекачиваніе и протеканіе по трубамъ могутъ обусловить, вслѣдствіе аэраціи, разложеніе органической матеріи, слѣдуетъ фильтровать. Извѣстно, что Лонгъ Бранчъ, Норфолькъ и нѣкоторые другіе города пользовались болотной водой не испытывъ отъ этого никакихъ дурныхъ послѣдствій; кромѣ того, благодаря своей мягкости, она очень удобна и для мытья. Однако, если есть возможность выбора, то слѣдуетъ всегда отдавать предпочтеніе рѣчной водѣ.

Вода, протекающая по поверхности въ видѣ небольшихъ ручейковъ и рѣчекъ, образуется непосредственно изъ осадковъ, или изъ сліянія нѣсколькихъ ключей или же, наконецъ, вытекаетъ изъ болота. Существуетъ общераспространенное мнѣніе о томъ, что цвѣтъ и вкусъ воды служатъ, ясными показателями ея достоинства. Однако это мнѣніе

ошибочно. Такъ, если ручеекъ начинается въ болотистыхъ лугахъ, служащихъ для пастбища, или въ мѣстности, прилегающей къ какой-нибудь мызѣ, то его вода, несмотря на цвѣтъ ея и вкусъ, не можетъ ни въ какомъ случаѣ считаться безвредной. Съ другой стороны извѣстно, что при крутомъ и скалистомъ руслѣ вода подвергается постоянному очищенію, такъ что, если нѣтъ указаній на какіе-нибудь другіе источники порчи воды, такую воду можно смѣло употреблять на разстояніи 1—2 миль отъ подозрительнаго мѣста. За исключеніемъ тѣхъ случаевъ, когда она происходитъ отъ известковыхъ ключей, вода въ ручьяхъ достаточно мягка; органической матеріи въ ней обыкновенно меньше, чѣмъ въ болотистой водѣ, а нитратовъ значительно больше. Вообще говоря, эта вода является надежнымъ источникомъ водоснабженія для многихъ городовъ; ее обыкновенно подвергаютъ отстаиванію въ сборныхъ резервуарахъ или же въ нѣкоторыхъ случаяхъ фильтруютъ.

Рѣка составляется отъ многочисленныхъ рѣчекъ и ручейковъ. По качеству ея вода отличается въ значительной степени отъ воды этихъ послѣднихъ сравнительно большимъ содержаніемъ собранной по пути теченія неорганической матеріи. Рѣка, протекающая черезъ городъ, можетъ быть легко испорчена дренажными и канализаціонными жидкостями; въ данное время санитарная наука занята разрѣшеніемъ важнаго вопроса о томъ, какъ сплавлять нечистоты, не портя вмѣстѣ съ тѣмъ прилегающей рѣки. Въ Европѣ этимъ вопросомъ занимались очень много, почему и существуютъ въ городахъ строго опредѣленные правила относительно того, что разрѣшено и что не разрѣшено выбрасывать въ рѣку. Такія же постановленія существуютъ и въ нѣкоторыхъ штатахъ Сѣверной Америки; со временемъ онѣ будутъ, вѣроятно, еще полнѣе и строже. Анализъ рѣчной воды, взятой ниже города, сплавляющаго въ нее свои нечистоты, показываетъ увеличеніе хлора и бактерій сравнительно съ содержаніемъ ихъ въ водѣ выше города. Рѣчная вода очищается при помощи отстаиванія въ резервуарахъ; если же она очень загрязнена, то слѣдуетъ подвергнуть ее дѣйствію искусственнаго фильтра передъ допущеніемъ въ распредѣлительный бассейнъ.

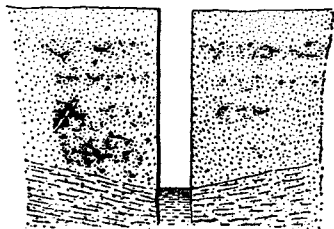
Озера представляютъ изъ себя естественные резервуары, которые собираютъ воду изъ рѣкъ и ручейковъ. При большихъ размѣрахъ озеро является прекраснымъ источникомъ водоснабженія, такъ какъ органическая матерія въ немъ успѣшно удаляется отстаиваніемъ и окисленіемъ. Въ случаѣ же, если какой-нибудь городъ сплавляетъ въ него свои нечистоты и отбросы въ значительномъ количествѣ, то вода можетъ загрязниться даже и на больномъ разстояніи отъ берега. Такъ напримѣръ, въ Чикаго вода берется въ 4—5 миляхъ отъ берега озера и подводится къ городу черезъ тоннели. Само собой разумѣется, что въ небольшихъ прудахъ и озерахъ вода портится гораздо больше, поэтому ее отводятъ черезъ посредство фильтрующихъ галлерей. Слѣдуетъ отмѣтить, что качество воды даннаго озера или данной рѣки подвергается систематическимъ измѣненіямъ въ теченіе года. Наибольшее количество воды стекаетъ по поверхности во время таянія снѣга; при этомъ рѣки разливаются и количество органической и неорганической матеріи въ нихъ увеличивается. Лѣтомъ при нормальномъ теченіи наблюдается наибольшая чистота воды; осенью же горизонтъ воды падаетъ на низшій уровень и наряду съ этимъ является большая опасность загрязненія воды. Даже и въ прудахъ, гдѣ вода стоитъ почти всегда на одномъ и томъ же уровнѣ, замѣчаются различныя перемѣны въ зависимости отъ температуры и вѣтра. Въ 1891 году Drown доказалъ, что на днѣ глубокихъ прудовъ и резервуаровъ образуется въ продолженіе лѣта слой воды, содержащей неокисленную органическую матерію, который затѣмъ всплываетъ на поверхность, когда верхній слой охладиться. Весной же верхній слой согрѣвается больше нижнихъ и тогда тотъ-же самый процессъ повторяется. Такимъ образомъ, мы приходимъ къ заключенію, что какъ рѣчная, такъ и озерная вода подвергаются измѣненіямъ въ качествѣ осенью и весной и что необходимость въ искусственномъ очищеніи возрастаетъ въ весеннее и осеннее время и уменьшается въ зимнее и лѣтнее.

19. Почвенная вода.

Ключевая и колодезная вода образуются изъ той части осадковъ, которая просачивается въ почву. Еще въ верх-

нихъ ея слояхъ большая часть органической матеріи разрушается дѣятельными бактеріями или же поглощается растительностью. При дальнѣйшемъ своемъ прониканіи въ глубь земли, вода захватываетъ съ собой минеральныя вещества: вотъ почему почвенная вода бываетъ обыкновенно жестче поверхностной. Колодезная и ключевая вода содержитъ часто до ста частей на миллионъ плотнаго остатка, причемъ на долю органической матеріи выпадаетъ лишь незначительный процентъ. Амміакъ и нитраты содержатся въ небольшомъ количествѣ, что же касается хлора, то его содержаще опредѣляется мѣстными условіями. Большое количество нитратовъ и хлора указываетъ на то, что вода испорчена нечистотами.

Грунтовая вода медленно протекаетъ черезъ почву по направленію къ рѣкамъ и океанамъ, такъ что и поверхность ея имѣетъ болѣе или менѣе опредѣленный наклонъ по направленію теченія. Въ песчаной почвѣ Лонгъ-Эйланда уклонъ достигаетъ десяти футовъ на милю, въ глинистой же и каменистой почвѣ онъ далеко не такъ великъ. Глубина этой водной поверхности подъ уровнемъ земли измѣняется соотвѣтственно временамъ года и количеству выпадающихъ осадковъ. Если водоносный слой прерывается, напримѣръ, оврагомъ, то грунтовая вода появляется на поверхности земли въ видѣ ключа. Искусственныя или естественныя углубленія, пересекающія водоносный слой, называются колодцами. Если изъ колодца берется много воды, то находящаяся вокругъ него почвенная вода принимаетъ указанную на чертежѣ № 4 коническую форму; при чрезвычайно большомъ разборѣ воды колодезь можетъ даже совершенно высохнуть.



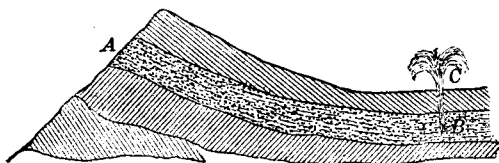
Черт. № 4.

Если вырыто нѣсколько колодцевъ на близкомъ разстояніи другъ отъ друга, то уровень почвенной воды можетъ временно понизиться на столько, что полученіе воды окажется очень затруднительнымъ. Подобный случай извѣстенъ въ Бруклинѣ, штата Нью-Йоркъ. Въ колодцѣ, вырытомъ въ 1869 году, послѣ восьмилѣтняго пользованія уровень почвенной воды понизился на 5 футовъ, причемъ вода стала получаться въ такомъ незначительномъ количествѣ, что оказалось необходимымъ пробуровать новые колодцы; вскорѣ, однако, въ послѣднихъ обнаружился тотъ-же недостатокъ воды. Это явленіе прекратилось лишь тогда, когда были вырыты новые колодцы на значительномъ разстояніи отъ города. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ колодцы устраиваются слѣдующимъ образомъ: берутъ трубу съ заостреннымъ концомъ, снабженнымъ отверстиями, и вгоняютъ ее въ землю до тѣхъ поръ, пока она не пересѣчетъ подпочвенный слой воды; затѣмъ эту послѣднюю поднимаютъ на поверхность при помощи всасывающаго насоса или же соединяютъ нѣсколько такихъ трубъ съ однимъ насосомъ. Понятно, что такимъ способомъ можно поднять воду всего лишь на тридцать футовъ, приблизительно, выше уровня подземной воды.

Домашніе колодцы портятся просачиваніемъ изъ отхожихъ мѣстъ и выгребныхъ ямъ; чѣмъ старѣе колодцы, тѣмъ больше, конечно, опасность, такъ какъ окружающая почва подвергается съ каждымъ годомъ все большей и большей опасности зараженія. Въ концѣ концовъ, достаточно одного необычнаго ионизація и слѣдующаго за нимъ повышенія уровня почвенной воды, чтобы окончательно загрязнить данный колодезь. И дѣйствительно, во многихъ случаяхъ санитарный надзоръ находилъ нужнымъ засыпать нѣкоторые колодцы въ виду болѣзней и смертныхъ случаевъ, причиной которыхъ оказывались эти послѣдніе.

Колодцы, вырытые въ скалахъ на глубинѣ 100—300 футовъ, служатъ также источниками хозяйственнаго и фабричнаго водоснабженія. Въ этомъ случаѣ колодезь собираетъ ту воду, которая просачивается сквозь щели камней; для подъема употребляютъ обыкновенно штанговый насосъ. Эта вода ничѣмъ не отличается отъ обыкновенной грунтовой воды, кромѣ развѣ большаго содержанія минеральныхъ солей.

Артезіанская вода есть таже грунтовая вода, но заключенная между двумя непроницаемыми слоями (черт. № 5). Если мы пробуравимъ верхній слой, то черезъ полученную скважину можемъ извлекать воду штанговымъ насосомъ. Впрочемъ, иногда напоръ бываетъ такъ великъ, что вода подымается до поверхности земли или даже бьетъ изъ скважины фонтаномъ.



Черт. № 5.

Въ Соединенныхъ Штатахъ имѣется большое количество такихъ колодцевъ: такъ, въ Чарльстонѣ, штата Южная Каролина, есть подобный колодезь глубиной въ 1260 футовъ, въ которомъ вода подымается и опускается приблизительно соотвѣтственно приливу и отливу. Въ Санъ-Луи вырыты также два колодца глубиною въ 2199 и 3843 футовъ. Такъ какъ артезіанская вода обыкновенно содержитъ много минеральныхъ солей, примѣрно отъ 500—1000 частей на миллионъ, то она по большей части не годится для домашняго потребленія. Она содержитъ также большое количество хлора, амміака и нитратовъ; эти послѣдніе не служатъ, однако, здѣсь, какъ въ поверхностной и почвенной водѣ вообще, показателями испорченности воды. Артезіанская вода употребляется, главнымъ образомъ, въ промышленности, такъ какъ здѣсь ни жесткость, ни содержаніе минеральныхъ солей не имѣютъ особаго значенія. Лишь въ немногихъ случаяхъ ею пользуются нѣкоторые города для водоснабженія.

20. Резервуары.

Поверхностная вода изъ рѣчекъ и ключей, а также и почвенная вода, собираются обыкновенно въ резервуары для сохраненія и распредѣленія. Рѣчная и озерная вода накачивается тоже въ резервуары или-же направляется иногда непосредственно помимо резервуаровъ въ водопровод-

ныя трубы. Примѣненіе резервуаровъ обезпечиваетъ не только постоянное достаточное количество воды, но способствуетъ также освѣтленію и очищенію этой послѣдней.

Еще въ далекомъ прошломъ, въ Индіи и въ Египтѣ, строили громадныя резервуары для ирригаціи. Такъ напримеръ, говорятъ, что озеро Мэрисъ (въ Египтѣ), устроенное за 200 лѣтъ до Р. Х., имѣло 413 миль въ окружности. Римляне строили также резервуары для снабженія своихъ акведуковъ водой, при чемъ они отдавали предпочтеніе ключевой водѣ передъ поверхностной. Въ Индіи функционируютъ еще и понынѣ тысячи резервуаровъ, построенныхъ въ древности для цѣлей ирригаціи, и одинъ изъ современныхъ резервуаровъ имѣетъ земляную плотину длиною въ 12700 футовъ и площадь въ 4,2 квадратныхъ миль.

Резервуары, служащіе для собиранія и сохраненія воды, называются обыкновенно сборными, тѣ-же резервуары, которые служатъ для распредѣленія воды, называются распредѣлительными; въ эти послѣдніе вода поступаетъ либо изъ сборныхъ резервуаровъ, либо непосредственно изъ источниковъ водоснабженія.

Изъ распредѣлительныхъ резервуаровъ вода растекается по водопроводнымъ трубамъ по городу подъ вліяніемъ силы тяжести; въ нѣкоторыхъ случаяхъ одинъ и тотъ-же резервуаръ является сборнымъ и распредѣлительнымъ.

Для полученія сборнаго резервуара устраиваютъ обыкновенно плотину черезъ какую-нибудь долинку, образуя такимъ образомъ искусственное озеро; что же касается распредѣлительнаго резервуара, то онъ устраивается по большей части въ углубленіи какой-нибудь возвышенности. Устройство этихъ резервуаровъ, съ точки зрѣнія инженернаго искусства, разсмотрѣно въ слѣдующей главѣ; здѣсь-же мы займемся изслѣдованіемъ тѣхъ пунктовъ, соблюденіе которыхъ необходимо для сохраненія чистоты воды. Необходимо, чтобы дно будущаго резервуара было тщательно вычищено, т. е. всѣ деревья и кустарники удалены и въ случаѣ, если-бы верхній слой почвы содержалъ растительныя вещества, то этотъ слой скрытъ и также удаленъ. Несоблюденіе этихъ условій влекло за собой очень часто загрязненіе и порчу воды, такъ какъ эта послѣдняя легко

поглощаетъ разлагающіяся органическія вещества. Такъ, на-
примѣръ, въ Уилькесбарѣ, штата Пенсильванія, въ 1891 году
обратили болотистую мѣстность въ резервуаръ, не очи-
стивъ при этомъ ее достаточнымъ образомъ; качество
воды оказалось настолькоъ неудовлетворительнымъ, что при-
шлось прибѣгнуть къ усиленному фильтрованію. Однако, въ
концѣ концовъ и этотъ способъ оказался неѣффективнымъ,
такъ что пришлось забросить всю систему и снаб-
жать городъ изъ другого источника. Если резервуаръ стро-
ится только для ирригаціи, то чистка дна его необяза-
тельна, такъ какъ въ данномъ случаѣ присутствіе органи-
ческой матеріи скорѣе даже полезно для злаковъ; но если
резервуаръ строится для общественнаго водоснабженія, то
чистка его дна безусловно необходима.

Поэтому желательно, чтобы дно сборнаго резервуара
было покрыто слоемъ песка или гравія, а берега свободны
отъ всякаго сора, которой могъ-бы смываться водой во
время ливня; хорошо было-бы также учредить надъ нимъ
санитарный надзоръ. Многіе штаты подвергаютъ строгому
взысканію тѣхъ лицъ, которые портятъ резервуаръ, бро-
сая въ него органическія вещества или-же купаясь въ его
водахъ; къ сожалѣнію, мѣры эти принимаются далеко не
повсемѣстно. Кромѣ того, близость фермъ и селеній отра-
жается очень часто пагубнымъ образомъ на качествѣ воды;
это явленіе можетъ быть устранено лишь правильно орга-
низованной инспекціей. Въ Соединенныхъ Штатахъ наилуч-
шій надзоръ въ этомъ отношеніи существуетъ по всѣмъ
даннымъ надъ озеромъ Гэмлокъ, снабжающимъ Рочестръ,
шт. Нью-Йоркъ: всѣ отбросы изъ прилегающихъ селеній
вывозятся, а кромѣ того соблюдаются строжайшія правила
относительно загрязненія воды.

По своимъ размѣрамъ распредѣлительные резервуары
меньше сборныхъ; для того чтобы предупредить протекаіе
и просачиваніе воды, ихъ дно и бока покрываютъ обыкно-
венно бетономъ. Магистральныя трубы заканчиваются въ
нихъ такимъ образомъ, что воду можно получить съ раз-
личной глубины. Съ самага-же дна отводится еще труба,
которая служитъ для опорожненія резервуара и для удале-
нія илистыхъ осадковъ. Подобный способъ чистки мо-
жетъ быть примѣненъ и для сборнаго резервуара въ тѣхъ

случаяхъ, когда водоснабженіе города не страдаетъ отъ временнаго удаленія воды изъ резервуара. Такъ какъ присутствіе органической матеріи въ распредѣлительныхъ резервуарахъ несравненно опаснѣе, чѣмъ присутствіе ея въ сборныхъ бассейнахъ, то слѣдовало-бы тщательно ограждать вышеуказанные резервуары отъ доступа къ нимъ публики. Устройство крыши способствуетъ охраненію воды отъ порчи; къ сожалѣнію, это примѣнительно только къ малымъ резервуарамъ. Защищая воду отъ солнца, крыша этимъ затрудняетъ дѣятельность бактерій и задерживаетъ развитіе діатомовъ и другихъ растительныхъ организмовъ. Въ Парижѣ есть крытый резервуаръ, площадь котораго имѣетъ 136×272 кв. метра, въ Лондонѣ ихъ два, а въ Неаполѣ находится подземный резервуаръ, выстѣченный въ скалистомъ холмѣ.

Анализы резервуарной воды, производимые ежемѣсячно или еще чаще, очень важны, такъ какъ они указываютъ на измѣненія, происходящія въ водѣ съ переменой времени года, предупреждаютъ отъ опасности и вмѣстѣ съ тѣмъ выясняютъ результаты улучшеній, произведенныхъ въ способахъ собиранія воды. Наоборотъ, одинъ анализъ самъ по себѣ не имѣетъ значенія, такъ какъ онъ не можетъ дать матеріаловъ для сравненія.

21. Осажденіе и аэрація.

Осажденія и аэрація являются тѣми двумя способами, которыми природа пользуется для очищенія воды. Осажденіе происходитъ въ тѣхъ случаяхъ, когда слой воды находится въ спокойномъ состояніи и взвѣшенная въ немъ матерія можетъ постепенно опускаться на дно. Аэрація же заключается въ приведеніи воды въ соприкосновеніе съ воздухомъ, причемъ кислородъ воздуха разлагаетъ при содѣйствіи бактерій взвѣшенные и растворенныя въ водѣ органическія вещества. Эти два процесса должны происходить въ разное время, такъ какъ аэрація сопряжена съ движеніемъ воды.

Изъ предыдущаго явствуетъ, что осажденіе должно имѣть мѣсто во всѣхъ сборныхъ и распредѣлительныхъ резервуарахъ. Если удѣльный вѣсъ взвѣщенной органической и неорганической матеріи больше удѣльнаго вѣса воды, то

находящаяся въ ней матерія медленно опускается на дно резервуара, подъ вліяніемъ своей собственной тяжести. Разница между вѣсомъ каждой отдѣльной частицы и вѣсомъ соотвѣтствующаго ей объема воды составляетъ ту силу, которая тянетъ ее внизъ; а такъ какъ эта разность для органической матеріи очень мала, то и скорость паденія, конечно, незначительна. Кромѣ того, теорія паденія небольшого сферическаго тѣла въ сопротивляющейся средѣ указываетъ еще на то, что быстрота паденія становится въ скоромъ времени постоянной, причемъ, вообще говоря, эта скорость пропорціональна квадратному корню изъ діаметра тѣла. Соотвѣтственно этому, мельчайшія частицы ила опускаются въ воду очень медленно и требуютъ большого количества времени для того, чтобы достигнуть дна резервуара. Такъ на примѣръ, въ водахъ Миссури размелченіе ила такъ велико, что въ теченіе многихъ лѣтъ не удалось добиться полнаго осажденія его въ образчикѣ воды. Чтобы получить хорошіе результаты отъ осажденія, слѣдуетъ держать воду въ неглубокомъ резервуарѣ и въ возможно спокойномъ состояніи.

Сущность процесса осажденія заключается, главнымъ образомъ, въ осажденіи взвѣшенной неорганической матеріи; однако эта послѣдняя захватываетъ съ собою при своемъ паденіи также частицы и органической матеріи. Понятно, что быстрота осажденія частицы неорганической матеріи, превосходящей своимъ вѣсомъ раза въ два вѣсъ такого же объема воды, значительно замедляется, если ей приходится тащить за собою частицу органической матеріи, удѣльный вѣсъ которой немного болѣе единицы.

Аэрація состоитъ въ поглощеніи водой кислорода изъ воздуха. Какъ было описано въ § 6, кислородъ дѣйствуетъ сразу какъ на растворенныя, такъ и на взвѣшенныя органическія вещества и процессъ нитрификаціи продолжается до тѣхъ поръ, пока весь амміакъ не исчезнетъ, обратившись въ нитраты. При достаточномъ доступѣ кислорода этотъ процессъ происходитъ,—въ большей или меньшей степени, во всякой водѣ, содержащей въ растворѣ поташъ, соду или другія щелочи. Осажденіе очищаетъ воду, удаляя взвѣшенную матерію, по большей части неорганическую, тогда какъ аэрація очищаетъ воду, устраниая какъ взвѣшенную, такъ и растворенную органическую матерію.

На поверхности большого сборного резервуара происходит отъ времени до времени подъ вліяніемъ вѣтра волнообразное движеніе и верхніе слои воды получаютъ поэтому вполне достаточное количество воздуха. Перемѣщеніемъ воды изъ сборного резервуара въ распредѣлительный можно также воспользоваться для насыщенія воды кислородомъ. Если перемѣщеніе производится черезъ открытый каналъ, то въ немъ можно образовать нѣсколько пороговъ съ тѣмъ, чтобы вода низвергаясь съ нихъ, разбивалась въ пѣну. Если же съ этой цѣлью употребляется труба, то конецъ ея въ распредѣлительномъ резервуарѣ слѣдуетъ устраивать такимъ образомъ, чтобы вода била изъ него фонтаномъ и приходила-бы этимъ путемъ въ тѣсное соприкосновеніе съ воздухомъ. Для выясненія преимущества второго способа приведемъ въ примѣръ опытъ, произведенной въ Редингѣ, штата Пенсильванія, въ теченіе 1880—1885 годовъ. Часть воды изъ озера Антізтамп доставлялась непосредственно городу, тогда какъ другая направлялась предварительно въ распредѣлительные резервуары, гдѣ впадала въ нихъ фонтанами, которые выбрасывали воду на высоту 75 футовъ. Въ Августѣ каждаго года, въ тѣхъ мѣстахъ города, гдѣ вода получалась непосредственно, замѣчался дурной вкусъ и запахъ ея, въ то время какъ въ другой части города подобныя измѣненія не наблюдались. Причина этого явленія заключается въ томъ, что дурной вкусъ и запахъ сообщались водѣ разложеніемъ діатомовъ и другихъ водорослей, тогда какъ въ другой части воды эти послѣдніе окислялись въ достаточной мѣрѣ вслѣдствіе усиленной аэраціи въ распредѣлительныхъ резервуарахъ.

	Въ ручьѣ.	Въ резервуарѣ.
Плотный остатокъ	33,9	23,8
Органическая матерія . .	13,9	9,5
Неорганическая матерія.	20,0	14,3
Хлоръ	0,8	1,0
Свободный амміакъ	0,017	0,002
Альбуминный амміакъ . .	0,163	0,190
Азотъ въ нитратахъ	0,023	0,023
Азотъ въ нитритахъ	0,004	0,003

Таб. № 5.

Таблица № 5 даетъ общее понятіе о тѣхъ перемѣнахъ, которыя происходятъ въ поверхностной водѣ послѣ отстаиванія въ сборномъ резервуарѣ. Рѣчь идетъ объ резервуарѣ, расположенномъ въ Спригфильдѣ, штата Массачузетсъ, и анализъ даетъ средніе выводы изъ пяти анализовъ, произведенныхъ Санитарнымъ Управленіемъ Массачузетса въ Апрѣлѣ и Маѣ 1889 года. Были собраны образцы воды при входѣ ея въ резервуаръ, образцы воды изъ резервуара, приблизительно, на серединѣ его и на глубинѣ шести футовъ. Цифры выражены въ миллионныхъ доляхъ. Мы имѣемъ здѣсь уменьшеніе всего количества твердыхъ веществъ, какъ органическихъ, такъ и неорганическихъ, и уменьшеніе свободного амміака, которое свидѣтельствуетъ объ увеличеніи чистоты воды. При этомъ не лишнимъ будетъ отмѣтить, что названный резервуаръ былъ раньше извѣстенъ дурнымъ запахомъ своей воды, обусловленнымъ разрушающимися водорослями; возможно, что при аэраціи воды присутствіе живыхъ водорослей предотвращало увеличеніе количества нитритовъ, чего мы были-бы въ правѣ ожидать.

22. Естественная фильтрація.

Природа очищаетъ воду тремя способами: осажденіемъ, аэраціей и фильтраціей. Слову фильтрація, употребляемому первоначально въ смыслѣ процѣживанія или просѣиванія, придается обыкновенно по отношенію къ водѣ болѣе широкое значеніе. Именно, въ этомъ случаѣ подразумѣвается удаленіе при помощи нитрификаціи, которую производятъ бактеріи въ присутствіи кислорода, не только взвѣшенной, но также и растворенной органической матеріи. Хотя общее описаніе этого процесса было уже дано въ параграфѣ о почвенной водѣ, мы тѣмъ не менѣе считаемъ нужнымъ рассмотретьъ его еще подробнѣе, такъ какъ его теорія имѣетъ большое значеніе въ обсужденіи методовъ искусственной фильтраціи.

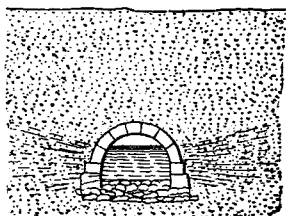
Просачиваясь сквозь землю, осадки захватываютъ еще съ поверхности соръ и разныя нечистоты, изъ которыхъ одна часть застреваетъ въ верхнихъ слояхъ почвы, тогда какъ другая остается въ почвѣ въ растворенномъ состояніи. Проникая же дальше въ глубь земли, осадки поглощаютъ, обыкновенно, тотъ кислородъ, который попадаетъ въ про-

межуткѣ между двумя дождями въ скважины земли. Каждая частица земли окружается тонкой пленкой воды, которая медленно опускается подъ давленіемъ вышележающаго слоя. Въ каждой изъ этихъ пленокъ работаетъ масса бактерий, разрушающихъ органическую матерію. По мѣрѣ просачиванія воды въ землю, органическая матерія все болѣе и болѣе нитрифицируется, однако, на глубинѣ 5—6 футовъ, этотъ процессъ прекращается за отсутствіемъ свѣта и воздуха. Вода-же продолжаетъ опускаться до тѣхъ поръ, пока не достигнетъ уровня почвенной воды и не смѣшается съ ней; въ этомъ слѣѣ происходитъ осажденіе небольшой части остающагося плотнаго остатка, тогда какъ количество растворенныхъ неорганическихъ веществъ здѣсь еще немного увеличивается, благодаря вымыванію минеральныхъ солей изъ земли. Такимъ образомъ, мы изложили здѣсь въ общихъ чертахъ тотъ процессъ, который превращаетъ загрязненную поверхностную воду въ чистую воду ключей и источниковъ.

Изъ предыдущаго видно, что вода, получаемая изъ почвы, оказывается прелварительно профильтрованной. При этой фильтраціи количество хлора не уменьшается, а если оно увеличивается, то это объясняется поглощеніемъ хлорныхъ солей изъ почвы. Возрастаніе количества хлора выше нормы въ какомъ-нибудь ключѣ или колодцѣ указываетъ на то, что эти послѣдніе загрязнены нечистотами, которыя всегда содержатъ хлоръ, употребляемый человѣкомъ въ видѣ поваренной соли.

Вода для общественнаго употребленія изъ слоя грунтовой воды получается или при помощи колодцевъ (§ 19), или при помощи сборныхъ галлерей. Чертежъ № 5 изображаетъ подземную сборную галлерею, перекрытую сводомъ и съ открытымъ дномъ для входа воды; сборная галлерея, устроенная въ скалѣ, не требуетъ искусственнаго свода. Городъ Дюбукъ, штата Эйова, снабжается водой изъ сборной галлерей, длинною въ одну милю и устроенной горизонтально въ скалѣ на глубинѣ болѣе ста футовъ ниже поверхности этой скалы. Сборныя галлереи строятся также вдоль берега рѣки, такъ чтобы вода могла просачиваться въ нихъ и очищаться во время своего теченія подъ землей; только въ подобныхъ случаяхъ вода получается смѣшанной: частью по-

верхностной и частью грунтовой. Такія галлерей существуют въ Бруклинѣ, штата Массачузетсѣ, въ Колумбусѣ, штата Огэйо, и во многихъ другихъ мѣстностяхъ. Для подобнаго же собирающаго воды, соединеннаго съ фильтраціей, устраиваютъ иногда бассейны съ открытымъ дномъ; такъ какъ они въ то-же самое время открыты и сверху, то они скорѣе наполняются обширный колодезь. Главная цѣль всѣхъ названныхъ сооружений—собираше воды, очищенной предварительно естественной фильтраціей.



Черт. № 6.

Слѣдующія цифры (табл. № 6), которыя являются средними выводами изъ цѣлаго ряда анализовъ, произведенныхъ Санитарнымъ Управленіемъ Массачузетса въ 1887—89 гг., указываетъ на эффектъ естественной фильтраціи въ Фрамингамѣ, штата Массачузетсѣ. Источникомъ водоснабженія служитъ сборная гал-

лерей, которая получаетъ воду изъ пруда; часть галлерей расположена подъ прудомъ и вода заходитъ въ нее такимъ образомъ, какъ показано на чертежѣ. Для того-же, чтобы проникнуть въ галлерей она должна просочиться черезъ слой земли толщиною въ 5 футовъ. Всѣ цифры, по обыкновенію, выражены въ миллионныхъ доляхъ.

	Въ прудѣ.	Въ галлерей.
Жесткость	16	30
Плотный остатокъ	51,0	59,3
Органическая матерія.	16,3	9,0
Неорганическая матерія.	34,7	50,3
Хлоръ	4,0	4,5
Свободный амміакъ	0,047	0,031
Альбуминный амміакъ	0,262	0,084
Азотъ въ нитратахъ	0,158	0,272
Азотъ въ нитритахъ	0,003	0,003

Таб. № 6.

Результатъ естественной фильтраціи сказывается здѣсь въ уменьшеніи количества органической матеріи и амміака и въ соотвѣтственномъ увеличеніи нитратовъ. Увеличеніе жесткости воды и содержанія хлора происходитъ или-же вслѣдствіе того, что подпочвенная вода протекаетъ въ галлерею, или же потому что фильтрующая земля содержитъ углекислый кальцій и хлористый натрій. Неизмѣняемость нитритовъ указываетъ на то, что очищеніе воды не вполне удовлетворительно.

23. Искусственные способы очищенія воды.

Въ предыдущихъ параграфахъ мы перечислили методы естественной фильтраціи и показали какимъ образомъ чело-вѣкъ пользуется ими для очищенія воды. Однако, кромѣ указанныхъ методовъ, существуютъ еще нѣкоторые другіе, разсмотрѣніемъ которыхъ мы и займемся въ послѣдующихъ параграфахъ.

Прежде всего, отмѣтимъ способъ дестилляціи. При дестилляціи воду обращаютъ въ паръ, который потомъ конденсируется обратно въ воду. Это, несомнѣнно, самый дѣйствительный способъ очищенія, но по своей дороговизнѣ онъ примѣняется лишь въ исключительныхъ случаяхъ; такъ, напримѣръ, многіе суда американскаго флота снабжены аппаратами для дестиллировки соленой воды. Во время этого, процесса бактеріи уничтожаются отъ высокой температуры, а взвѣшенные и растворенныя органическія вещества остаются на днѣ сосуда. Изъ этого объясненія ясно, что дистиллированная вода можетъ дѣйствительно считаться самой чистой водой; однако, прѣсный вкусъ дѣлаетъ ее непріятной для питья.

Кипяченіе является также хорошимъ способомъ очищенія воды, если оно продолжается въ теченіе получаса и больше: при этомъ бактеріи убиваются, а органическая матерія обезвреживается. Говорятъ, что кипяченіе воды широко распространено въ Китаѣ и Японіи; весьма возможно, что названныя страны, благодаря этой хорошей привычкѣ, не страдаютъ отъ ужасныхъ эпидемій, которымъ такъ подвержена Индія. Кипяченіе воды обходится довольно дорого и можетъ быть поэтому примѣнено лишь въ домашнемъ обиходѣ, гдѣ огонь разводится и для другихъ цѣлей.

Жесткую воду приходится очень часто смягчать, какъ примѣръ, при мойкѣ, ради экономіи мыла, или же передъ испареніемъ въ паровыхъ котлахъ, гдѣ она въ противномъ случаѣ даетъ осадокъ углекислой извести. Для смягченія временной жесткости воды Кларкъ предлагаетъ смѣшивать жесткую воду съ растворомъ гашеной извести ($\text{Ca}(\text{HO})_2$); тогда послѣдняя, соединившись со свободной углекислотой (CO_2) воды, образуетъ углекислый кальцій, который тотчасъ-же осаждается, увлекая за собой растворенныя частицы углекислаго кальція. Если жесткость постоянна или если она происходитъ отъ содержанія сѣрноокислаго кальція (CaSO_4), то слѣдуетъ прибавлять углекислый натрій (Na_2CO_3); получаютъ углекислый кальцій (CaCO_3) и сѣрноокислый натрій (Na_2SO_4), причемъ первый изъ нихъ осаждается. Въ Англіи примѣненіе этого способа смягченія очень распространено, такъ какъ въ большинствѣ случаевъ вода водопроводовъ отличается большой временной жесткостью. Въ Америкѣ-же вода по большей части не требуетъ смягченія; однако, во многихъ домахъ употребляютъ углекислый натрій, какъ средство противъ постоянной и временной жесткости.

Химическое осажденіе примѣняется также и для освѣтленія воды, въ особенности въ соединеніи съ механической фильтраціей. Объ химическомъ методѣ и объ электрическомъ, который можно разсматривать какъ частный случай химическаго метода, будетъ говориться подробно въ § 24.

Въ домашнихъ фильтрахъ, дѣйствіе которыхъ основано на процѣживаніи, не примѣняется, собственно говоря, главный принципъ фильтраціи—удаленіе органической матеріи посредствомъ нитрификаціи. Читатель найдетъ описаніе нѣкоторыхъ изъ нихъ въ § 25.

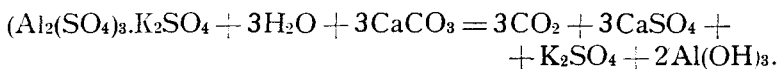
Въ механическихъ фильтрахъ вода проталкивается съ усиленіемъ черезъ слой песка или какой-нибудь другой земли. Въ нихъ нитрификація имѣетъ мѣсто, но только въ незначительной степени. Въ § 26 мы разсмотримъ одинъ или два простѣйшихъ фильтра.

Искусственная фильтрація черезъ слой песка, производимая медленно и съ перерывами, въ подражаніе процессу естественной фильтраціи, является наиболѣе цѣлесообразнымъ способомъ очищенія неудовлетворительной питьевой воды.

Описаніе такого рода фильтровъ помѣщается ниже въ §§ 27 и 28.

24. Химическіе и электрическіе методы.

Всѣ химическіе методы сводятся къ полученію не-растворимыхъ веществъ, которыя осаждаются и увлекаютъ за собой взвѣшенную органическую и неорганическую матерію. Осажденіе при помощи квасцовъ считается однимъ изъ лучшихъ способовъ очищенія воды. Квасцы—это двойная соль, состоящая изъ сѣрноокислаго калия и сѣрноокислаго алюминія ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4$). Прибавляя ее къ водѣ (H_2O), содержащей въ растворѣ углекислый кальцій (CaCO_3), мы получаемъ углекислоту (CO_2), сѣрноокислый кальцій (CaSO_4), сѣрноокислый калий (K_2SO_4) и водную окись алюминія ($\text{Al}(\text{HO})_3$); такимъ образомъ



Тогда какъ углекислота получается въ видѣ газа, сѣрноокислый калий и кальцій остаются здѣсь въ растворѣ, а водная окись алюминія осаждается въ видѣ хлопковидной бѣлой соли и очищаетъ воду отъ взвѣшенной матеріи, увлекая за собой какъ органическія, такъ и неорганическія вещества. Въ случаѣ если вода не содержитъ углекислаго кальція, къ ней прибавляютъ углекислаго натрія (Na_2CO_3); тогда Na замѣняетъ Ca, а водная окись алюминія осаждается. Въ виду дешевизны квасцовъ, этотъ способъ примѣняется очень часто для очищенія воды и нечистотныхъ жидкостей.

Хлорное желѣзо (FeCl_3) и углекислый натрій (Na_2CO_3) въ соединеніи съ водой (H_2O) производятъ углекислоту (CO_2), хлористый натрій (NaCl) и водную окись желѣза ($\text{Fe}(\text{HO})_3$), изъ которыхъ послѣдняя осаждается и очищаетъ воду. Этотъ способъ не вошелъ въ употребленіе.

Марганцовистокислый калий ($\text{K}_2\text{Mn}_2\text{O}_8$) при раствореніи въ водѣ (H_2O) окрасиваетъ ее въ пурпуровый цвѣтъ; если вода сохраняетъ приблизительно въ теченіи десяти минутъ этотъ цвѣтъ, то изъ этого слѣдуетъ, что прибавленное количество марганцовистокислаго калия достаточно для очищенія данной воды. Въ этомъ случаѣ очищеніе происхо-

дять частью отъ выдѣленія кислорода, но главнымъ образомъ отъ образованія гидрата магнія, который осаждается. Этотъ способъ дорогъ и потому не можетъ быть примѣненъ въ большихъ размѣрахъ. Однако, для очищенія мутной воды, находящейся вблизи лагерей, солдатамъ рекомендуется употреблять растворъ квасцовъ и марганцовистокислаго калия.

Такъ называемые электрическіе способы очищенія воды сводятся, собственно говоря, къ химическимъ, такъ какъ пропусканіе электрическаго тока черезъ воду сопровождается химическими реакціями. Одинъ изъ этихъ способовъ заключается въ разложеніи части воды на водородъ и кислородъ; при этомъ предполагается, что здѣсь, такъ же какъ и при аэраціи, кислородъ освобождается для того, чтобы ускорить разложеніе органической матеріи въ очищаемой водѣ. Въ дѣйствительности же кислородъ соединяется обыкновенно съ желѣзомъ сосуда и получаемая при этомъ окись желѣза осаждается и очищаетъ воду. Этотъ способъ можетъ быть примѣненъ лишь въ маленькомъ масштабѣ, почему имъ и пользуются крайне рѣдко. Если сосудъ сдѣланъ изъ алюминія, то на положительномъ полюсѣ образуется окись алюминія, которая затѣмъ осаждается.

Другой электрическій способъ заключается въ слѣдующемъ: берутъ двухпроцентный растворъ поваренной соли въ водѣ и пропускаютъ черезъ него электрическій токъ; одного галлона полученной жидкости вполне достаточно для очищенія 6000 галлоновъ воды. Дѣйствіе электрическаго тока на растворъ хлористаго натрія (NaCl) заключается въ освобожденіи хлора (Cl), который, соединяясь съ свободнымъ кислородомъ воды, образуетъ NaOCl . Это вещество ядовито и поэтому, убивая бактерій, временно препятствуетъ распространенію болѣзней. Дѣйствіе этого вещества, очевидное дѣло, не измѣняется отъ способа его полученія. Но такъ какъ прибавленіе яда въ питьевую воду съ цѣлью уничтоженія бактерій не можетъ считаться желательнымъ, то этотъ способъ не могъ войти въ употребленіе.

25. Процѣживаніе.

Устройство обыкновенныхъ домашнихъ фильтровъ таково, что они только процѣживаютъ ту воду, которая про-

ходить черезъ нихъ. Но при процѣживаніи задерживается лишь взвѣшенная матерія, тогда какъ всѣ растворенныя вещества пропускаются; кромѣ того, послѣ нѣсколькихъ дней употребленія въ фильтрующемъ матеріалѣ накапливается въ большомъ количествѣ взвѣшенная матерія, которая можетъ опять раствориться въ очищаемой водѣ и загрязнить ее еще больше. Поэтому при цѣлесообразномъ употребленіи домашнихъ фильтровъ слѣдуетъ возможно чаще подвергать ихъ чисткѣ.

Древесный уголь, а въ особенности костный, является наилучшимъ матеріаломъ для такого рода фильтровъ. Обыкновенно его размѣщаютъ пластами въ какомъ-нибудь ящикѣ такимъ образомъ, чтобы вода, выходящая изъ трубы, просачивалась-бы черезъ нихъ въ силу гидростатическаго давленія. Однако, къ поверхности угля и въ его скважинахъ въ скоромъ времени прилипаетъ масса органической матеріи; въ такомъ случаѣ, для того чтобы успѣшно продолжать очищеніе воды, необходимо вынуть фильтрующий матеріалъ изъ ящика и затѣмъ прокалить его. Опытъ произведенный Frankland'омъ показалъ, что въ теченіи первыхъ двѣнадцати дней вода, фильтруемая черезъ древесный уголь, была свободна отъ бактерій; между тѣмъ, къ концу того-же мѣсяца она содержала 7000 бактерій на каждый кубическій сантиметръ воды, т. е. въ пять разъ больше, чѣмъ обыкновенная нефилътрированная вода. Въ общемъ, употребленіе этихъ фильтровъ приноситъ больше вреда, чѣмъ пользы.

Фильтръ Pasteur'a состоитъ изъ фарфороваго цилиндра, въ который входитъ желѣзная трубка, образующая вмѣстѣ съ нимъ кольцевидное пространство. Вышеупомянутая трубка соединена съ водопроводной трубой такъ, что когда кранъ въ послѣдней открытъ, то вода подъ дѣйствіемъ гидростатическаго давленія пробивается черезъ фарфоровый цилиндръ. Въ началѣ этотъ фильтръ прекрасно очищаетъ воду, но спустя одну—двѣ недѣли фильтруемая вода заключаетъ уже въ себѣ бактеріи, которыя затѣмъ размножаются въ такомъ громадномъ количествѣ, что проникаютъ даже и черезъ фарфоровый цилиндръ. Для того чтобы получить этимъ путемъ чистую воду, необходимо вынимать цилиндръ разъ въ недѣлю и тщательно проваривать его для удаленія содержащихся въ немъ бактерій.

Хотя коксъ употребляется главнымъ образомъ для фильтровашя нечистотныхъ водъ, однако его можно также примѣнять и для проиѣживанія обыкновенной воды. Каждые два—три дня фильтръ снабжается новымъ коксомъ, тогда какъ старый вынимается и прокаливается въ печахъ для удаленія органической матеріи и умерщвленія бактерій.

Губчатое желѣзо очень распространено въ Европѣ, въ качествѣ фильтрующаго матеріала; это пористое вещество, которое получается посредствомъ продуванія воздуха черезъ раскаленную руду. Подъ вліяніемъ свободного кислорода воды это вещество образуетъ водную окись желѣза, которая прекрасно осаждаетъ взвѣшенную въ водѣ матерію; вмѣстѣ съ тѣмъ, черезъ него можно также пропускать воду, какъ черезъ фильтръ.

Изъ всего высказаннаго видно, что принципъ очищенія воды естественной фильтраціей не примѣняется въ перечисленныхъ видахъ фильтровъ. Хотя на обыденномъ языкѣ ихъ и называютъ фильтрами, но тѣмъ не менѣе ихъ дѣйствіе сводится исключительно къ процѣживанію, почему этотъ способъ и не слѣдуетъ смѣшивать съ настоящей фильтраціей.

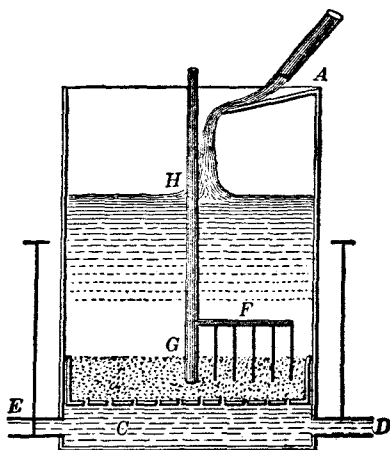
26. Механическіе фильтры.

Въ механическихъ фильтрахъ пользуются нѣкоторой внѣшней силой для проталкиванія воды съ большой скоростью черезъ слой песку или какого-либо другого подходящаго матеріала, послѣ чего ее уже направляютъ въ осадочный резервуаръ. Съ цѣлью осажденія взвѣшенныхъ веществъ, еще передъ поступленіемъ воды въ фильтръ, къ ней прибавляютъ растворъ квасцовъ. Механическіе фильтры употребляются часто въ больницахъ и гостинницахъ, а также и при водоснабженіи большихъ городовъ.

Механическіе фильтры, которые употребляются въ Америкѣ, сходны, пожалуй, съ вышеуказанными фильтрами по принципу, хотя они существенно отличаются отъ нихъ въ мелочахъ и устройствѣ. Такъ, въ однихъ вода проталкивается подъ вліяніемъ своей собственной тяжести, а въ другихъ при помощи насосовъ, причемъ въ первомъ случаѣ фильтрующий матеріалъ укладывается въ открытый сверху

деревянный чанъ, а во второмъ въ закрытый желѣзный или стальной сосудъ. Большинство изъ нихъ имѣетъ форму вертикальныхъ цилиндровъ, иричемъ вода вливается сверху и вытекаетъ снизу; въ нѣкоторыхъ случаяхъ цилиндрамъ придають и горизонтальное положеніе, причемъ иногда употребляютъ также и квасцы.

Послѣдующее описаніе даетъ общее понятіе объ устройствѣ американскихъ гравитаціонныхъ фильтровъ. Представимъ себѣ цилиндрическій деревянный чанъ (черт. № 7), скажемъ двѣнадцати футовъ въ діаметрѣ и двадцати футовъ вышины. Вода притекаетъ въ чанъ по трубкѣ *A* и съ цѣлью аэраціи разсѣивается при помощи полки. Въ нижней части чана имѣется слой песка *B*, толщиной, примѣрно, въ два фута, заключенный въ желѣзную коробку съ рѣшетчатымъ дномъ. Подъ давленіемъ верхнихъ слоевъ вода просачивается черезъ песокъ и попадаетъ въ камеру *C*, изъ которой по трубкѣ *D* она направляется въ осадочный резервуаръ. Черезъ нѣкоторый промежутокъ времени, приблизительно отъ 6—24 часовъ, соотвѣтственно загрязненію фильтруемой воды, песокъ пропитывается грязью и фильтрація настолько замедляется, что весь процессъ долженъ быть пріостановленъ для того, чтобы промыть и очистить песокъ.



Черт. № 7.

Съ этой цѣлью, закрывъ предварительно кранъ *D*, выпускаютъ воду изъ чана и камеры при помощи трубы, которая не обозначена на данномъ рисункѣ. Затѣмъ открываютъ кранъ *E* и прогоняютъ воду при помощи насоса черезъ слой песка вверхъ; одновременно съ этимъ грабли *F* опускаются въ песокъ и приводятся въ вращательное движеніе вокругъ оси *HG*. Послѣ этого грязная вода удаляется и фильтръ становится опять годнымъ для дальнѣйшей работы.

Хотя послѣднее описаніе не имѣетъ въ виду какого-нибудь опредѣленнаго типа фильтра, мы тѣмъ не менѣе предполагаемъ, что читатель получилъ достаточно ясное представленіе о принципахъ этого рода фильтраціи. Фильтръ вышеозначенныхъ размѣровъ очищаетъ обыкновенно въ 24 часа отъ 300000—400000 галлоновъ или приблизительно 3000 галлоновъ въ сутки на каждый квадратный футъ поверхности.

Во всѣхъ этихъ случаяхъ примѣняется способъ процѣживанія соединенный съ постоянной чисткой фильтрующаго матеріала, причемъ принципъ естественнаго удаленія органической матеріи черезъ нитрификацію находитъ въ нихъ лишь незначительное примѣненіе.

Въ слѣдующей таблицѣ (№ 7) приводятся результаты очищенія воды, произведеннаго въ Лонѣ-Бранчѣ, нитата Нью-Йоркъ, въ 1892 году однимъ ихъ механическихъ фильтровъ. Числа выражены въ миллионныхъ доляхъ. Вода, получаемая изъ торфяного болота, имѣла темно-желтый цвѣтъ, который исчезалъ при выходѣ ея изъ фильтра.

	Передъ филътрованіемъ.	Послѣ филътрованія.
Жесткость	22,5	22,5
Плотный остатокъ	95,2	71,4
Органическая матерія	42,4	17,4
Неорганическая матерія	52,8	54,0
Хлоръ	3,5	3,5
Свободный амміакъ	1,320	0,035
Альбуминный амміакъ	0,445	0,095
Азотъ въ нитратахъ	0,876	0,870
Азотъ въ нитритахъ	0,025	0,001
Поглощенный кислородъ	12,3	1,9

Таб. № 7.

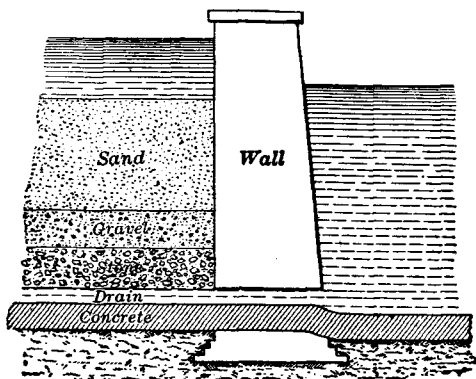
При условні тщательнаго наблюденія за чистотою фильтровъ, нѣтъ сомнѣнія въ томъ, что эти послѣдніе могутъ очищать вполне удовлетворительно даже и самую загрязненную воду. Конечно, устройство и эксплуатація такого механическаго сооруженія потребуеъ отъ города большихъ затратъ; но тоже самое можно сказать и объ искусственной фильтраціи черезъ слои песку, которая описывается въ слѣдующихъ параграфахъ. Вообще говоря, останавливаться на выборѣ того или другого способа слѣдовало-бы лишь послѣ сравненія проектовъ, составленныхъ опытнымъ инженеромъ.

Очищеніе воды черезъ желѣзо по способу Anderson'a примѣняется въ Европѣ лишь какъ добавочный процессъ при фильтраціи черезъ песокъ. Онъ заключается въ слѣдующемъ: берутъ желѣзный цилиндръ, къ внутренней поверхности котораго прикрѣпляютъ выступающіе пальцы, и заполняютъ его желѣзными стружками. Цилиндръ вращается на пустотѣлыхъ шипахъ, вода входитъ черезъ одинъ изъ нихъ и выходитъ черезъ другой, а внутри цилиндра соприкасается со стружками. Въ результатѣ образуется водная окись желѣза, которая осаждается передъ тѣмъ, какъ вода поступаетъ въ песочные фильтры. Изслѣдованія показали, что въ теченіи дня одинъ цилиндръ можетъ очистить около 600000 галлоновъ воды и что стоимость этой очистки не превосходитъ 50 центовъ.

27. Искусственная фильтрація.

Искусственная фильтрація есть подражаніе естественной (§ 22). Съ этой цѣлью пласты песку и гравія укладываются на горизонтальной поверхности, а затѣмъ черезъ эти слои пропускается вода по возможности медленно, для того чтобы дать время дѣятельнымъ бактеріямъ разложить органическую матерію на безвредныя вещества. Послѣ этого очищенная вода, называемая фильтратомъ, собирается въ распредѣлительные резервуары. Такимъ образомъ, загрязненная вода съ поверхности превращается въ чистую почвенную воду, причемъ количество органической матеріи и амміака уменьшается, количество неорганической матеріи и нитратовъ увеличивается, а количество хлора остается безъ измѣненія. Слѣдующій чертежъ (№ 8) изображаетъ вертикальный разрѣзъ такого фильтра.

Верхній слой состоитъ изъ мелкаго песка, толщиною, примѣрно, въ два фута, слѣдующіе два, около одного фута, толщиною каждый, изъ камня, причемъ первый образованъ изъ болѣе мелкаго камня (гравія), а второй изъ болѣе крупнаго.



Черт. № 8.

Достигнувъ третьяго, нижняго слоя, вода просачивается черезъ отверстія стѣнки въ резервуаръ изъ котораго она тогда распредѣляется по городу посредствомъ накачиванія или подъ вліяніемъ своей собственной тяжести. Дно фильтра дѣлается обыкновенно изъ бетона, для того чтобы предотвратить просачиваніе почвенной воды и направить очищенную воду, фильтратъ, по дренамъ въ распредѣлительный бассейнъ.

Примѣняя этотъ способъ очищенія къ рѣчной водѣ, слѣдуетъ предварительно накачивать ее въ осадочный резервуаръ. Кромѣ того, пропуская воду изъ этого резервуара въ фильтръ, желательно также подвергать ее аэраціи, съ тѣмъ, чтобы доставлять дѣятельнымъ бактеріямъ достаточное количество кислорода. Надлежащая скорость теченія воды черезъ фильтръ регулируется поддержаніемъ определенной разности уровней слоевъ воды въ фильтрѣ и въ приѣмномъ резервуарѣ. Соотвѣтственно своимъ свойствамъ различная вода требуетъ для своего очищенія различной быстроты фильтраціи.

Такъ, для рѣчной воды требуется фильтрующая площадь въ одинъ квадратный футъ на каждыя 60 галлоновъ воды въ день, т. е. скорость фильтраціи рѣчной воды равна 60 галлонамъ на квадратный футъ поверхности въ день. Болѣе загрязненная вода фильтруется лишь въ количествѣ

30 галлоновъ на квадратный футъ поверхности въ день; что-же касается озерной воды, то ее можно фильтровать и по 100 галлоновъ въ день. Во всякомъ случаѣ, чѣмъ грязнѣе вода, тѣмъ медленнѣе слѣдуетъ пропускать ее черезъ фильтръ, съ тѣмъ чтобы дать возможно больше времени дѣятельнымъ бактеріямъ для разложенія и нитрификаціи органическихъ веществъ.

Толщина слоевъ въ фильтрѣ и соотношеніе песка и гравія часто варьируются различными конструкторами. Однако, всѣ соглашаются на томъ, что верхній слой песка для фильтраціи самый важный, такъ какъ дѣятельность бактерій интенсивнѣе ближе къ поверхности, въ присутствіи свѣта и воздуха. Въ виду всего сказаннаго ясно, что скорость фильтраціи, собственно говоря, не зависитъ отъ глубины фильтра. Такъ, слой песка, глубиной въ одинъ футъ, можетъ очищать воду такъ же хорошо, какъ и слой въ два фута; но, имѣя въ виду убыль песка при чисткѣ фильтра, слѣдуетъ при устройствѣ послѣдняго укладывать нѣсколько больше одного фута. Что-же касается двухъ остальныхъ слоевъ, то слой гравія служитъ, главнымъ образомъ, поддержкой для песка, тогда какъ третій слой способствуетъ распредѣленію воды по дренамъ, расположеннымъ въ промежуткѣ между болѣе крупными камнями.

Способъ искусственной фильтраціи, какъ результатъ изученія естественной фильтраціи, сталъ примѣняться въ Европѣ съ 60 годовъ прошлаго столѣтія. Въ данное время онъ тамъ чрезвычайно распространенъ и при его помощи болѣе 20000000 жителей снабжаются фильтрованной водой. Еще въ § 9 мы привели примѣръ того, какъ устройство подобнаго фильтра предупредило распространеніе эпидеміи холеры. Кромѣ того, во многихъ мѣстностяхъ замѣчали ослабленіе тифозныхъ эпидемій одновременно съ примѣненіемъ искусственной фильтраціи. Въ Соединенныхъ Штатахъ этотъ методъ былъ примѣненъ въ Гудсонѣ, штатъ Нью-Йоркъ, въ Лауренсѣ, штатъ Массачузетсъ, и въ нѣкоторыхъ другихъ мѣстностяхъ, причемъ въ Лауренсѣ смертность отъ тифа уменьшилась на половину въ первый-же годъ послѣ устройства фильтра. Съ 1870 года распространеніе водопроводовъ въ Америкѣ происходило такъ интенсивно, что вопросъ о достаточномъ количествѣ воды затмилъ воп-

рось о чистотѣ этой послѣдней; въ настоящее-же время обратили серьезное вниманіе и на фильтрацію черезъ песокъ: дѣйствительно, во многихъ городахъ имѣются уже планы введенія этихъ фильтровъ.

Слѣдующій анализъ воды (таб. № 8) изъ рѣки Мерримекъ и той-же воды послѣ выхода ея изъ фильтровъ въ Лауренсѣ указываютъ на измѣненія, происшедшія въ водѣ вслѣдствіе искусственной фильтраціи; каждая цифра является среднимъ выводомъ ежедневныхъ анализовъ, произведенныхъ въ Іюль 1895 года санитарнымъ управленіемъ Массачузетса.

Очищеніе фильтрата выражено здѣсь въ уменьшеніе содержанія амміака и нитритовъ и въ увеличеніе нитратовъ; но главнымъ образомъ въ уменьшеніи количества бактерій.

	Въ рѣкѣ.	Фильтратъ.	Въ отстойникѣ.
Жесткость	18,0	24,0	24,0
Хлоръ	2,7	3,9	2,8
Свободный амміакъ	0,130	0,075	0,022
Альбуминный амміакъ . . .	0,243	0,097	0,099
Азотъ въ нитратахъ	0,110	0,450	0,450
Азотъ въ нитритахъ	0,003	0,001	0,001
Поглощенный кислородъ . .	3,8	2,4	2,1
Числ. бактерій въ 1 куб. сант.	10000	50,0	69,0

Таб. № 8.

Кромѣ того, дѣйствіе послѣдующаго осажденія фильтрата въ распредѣлительномъ бассейнѣ сказывается еще въ уменьшеніи количества свободного амміака и поглощеннаго кислорода. Слѣдуетъ еще принять во вниманіе, что іюльская жара способствовала нѣкоторому увеличенію количества бактерій.

28. Операція фильтрованія.

Размѣръ площади фильтра зависитъ отъ того количества воды, которое подлежитъ фильтраціи и отъ скорости самой фильтраціи. Городъ имѣющій 25000 жителей и потре-

бляющий 100 галлоновъ въ день на человѣка, расходуетъ въ среднемъ 2500000 галлоновъ въ сутки; если фильтръ пропускаетъ въ день 60 галлоновъ на каждый квадратный футъ поверхности, тогда необходимо имѣть площадь въ 42000 квадратныхъ футовъ, т. е. приблизительно въ 1 акръ. Принимая во вниманіе чистку поверхности, которую необходимо производить періодически, и тотъ фактъ, что максимальное потребленіе можетъ въ значительной степени превзойти среднее потребленіе, лучше было-бы имѣть въ распоряженіи нѣсколько большіую площадь, скажемъ въ $1\frac{3}{4}$ или два акра. Таковую площадь можно было-бы раздѣлить на нѣсколько участковъ и получить такимъ образомъ возможность приостанавливать работу одного изъ фильтровъ во время его чистки.

При этомъ каждый участокъ долженъ быть отдѣленъ отъ другого стѣной и имѣть водонепроницаемое дно. На днѣ фильтровъ укладывается рядъ дренавъ съ незамазанными стыками; всѣ эти дренаы соединяются съ 1—2 главными отводящими дренами, собирающими фильтратъ. Кромѣ того, необходимо имѣть приспособленія для предупрежденія прониканія фильтрата въ осадочный бассейнъ и въ водопроводныя трубы въ теченіи первыхъ дней съ начала работы свѣжаго фильтра и для полного спуска воды изъ фильтра во время его чистки. Закончивъ это предварительное устройство, можно уже приняться за укладываніе слоевъ песка, гравія и камня, причемъ необходимо заботиться о постоянствѣ толщины слоевъ по всей площади. Песокъ, составляющій верхній слой фильтра, долженъ быть настолько мелокъ, чтобы 10% его зеренъ имѣли бы въ діаметрѣ отъ 0,2—0,4 миллиметра. Въ началѣ пользованія фильтромъ скорость фильтраціи при томъ-же самомъ напорѣ больше, чѣмъ по протеканію нѣсколькихъ дней. Причина этого явленія заключается въ томъ, что на поверхности песка задерживаются водоросли и органическая матерія, которая образуютъ спустя нѣсколько дней особаго рода пленку, толщиной отъ $\frac{1}{2}$ —1 дюйма; извѣстно, что достаточное очищеніе воды происходитъ лишь послѣ образованія этой пленки. Въ виду этого обстоятельства рекомендуется не допускать въ водопроводныя трубы ту воду, которая получается изъ фильтра въ первые дни его работы. Само собой разу-

мѣется, что поверхностный слой не нужно прорывать, такъ какъ вода, проходящая черезъ отверстія, не будетъ въ достаточной мѣрѣ очищаться.

По мѣрѣ утолщенія пленки фильтрація постепенно замедляется: поэтому, черезъ двѣ, три или по крайней мѣрѣ шесть недѣль необходимо пріостановить процессъ, спустить воду изъ фильтра и очистить поверхность. Очищеніе фильтра заключается въ удаленіи слоя загрязненнаго песка приблизительно на глубину одного дюйма. Затѣмъ работа фильтра возобновляется до слѣдующаго загрязненія. Потерю отъ удаленія нѣсколькихъ дюймовъ изъ верхняго слоя возмѣщаютъ свѣжимъ пескомъ; съ этой цѣлью обыкновенно принято промывать тотъ-же загрязненный песокъ.

Важное значеніе поверхностной пленки въ дѣлѣ фильтраціи заключается въ томъ, что этотъ слой содержитъ больше половины всего находящагося въ фильтрѣ количества бактерій. Дѣйствительно, было констатировано, что на глубинѣ $\frac{1}{4}$ дюйма ниже поверхности, количество бактерій въ десять разъ больше, чѣмъ на глубинѣ одного дюйма, тогда какъ на глубинѣ двухъ дюймовъ количество ихъ равнялось всего лишь четвертой части послѣднихъ. Между тѣмъ, эти бактеріи совершенно необходимы для фильтраціи, такъ какъ онѣ-то и производятъ разложеніе и нитрификацію органической матеріи. Вышеописанный методъ называется непрерывной фильтраціей, такъ какъ, за исключеніемъ перерывовъ во время чистки песка, вода протекаетъ черезъ фильтръ безостановочно.

Другой методъ, примѣняемый впрочемъ гораздо рѣже, называется перемежающейся фильтраціей: въ этомъ случаѣ изъ фильтра отъ времени до времени выпускаютъ всю воду, съ цѣлью аэраціи и доставленія кислорода бактеріямъ. Фильтры въ Лауренсѣ принадлежатъ къ послѣднему типу: изъ нихъ выпускаютъ всю воду обязательно разъ въ день, причемъ чистка фильтровъ, если она необходима, производится во время перерыва въ дневной работѣ.

Вопросъ о томъ, который изъ названныхъ способовъ фильтраціи дѣйствительнѣе, еще не рѣшенъ. Въ Европѣ существуетъ обычай покрывать песочные фильтры каменнымъ сводомъ, для того чтобы защитить ихъ отъ мороза; однако, этотъ сводъ задерживаетъ вмѣстѣ съ тѣмъ и дѣятельность

бактерій и препятствуетъ такимъ образомъ достаточному очищенію воды. Съ другой стороны, чистка открытаго фильтра очень затруднительна во время морозовъ; закрытый же фильтръ легко чистится какъ въ жаркое, такъ и въ холодное время года. Постройка каменной покрышки значительно увеличиваетъ затраты на первоначальное устройство фильтра.

Стоимость устройства и эксплуатаціи фильтровъ составляетъ значительную долю въ стоимости устройства и эксплуатаціи всего водопровода. По подсчету Назеп'а городъ, потребляющій десять милліоновъ галлоновъ въ день, долженъ затратить на постройку фильтровъ, съ необходимой площадью въ 5 акровъ и перекрытыхъ каменными сводами, 350000 долларовъ и тратить 43 доллара въ день на производство операціи фильтрованія. Если принять во вниманіе процентъ на затраченный капиталъ, амортизацію и эксплуатаціонные расходы, то окажется, что фильтрація обходится въ $1\frac{1}{4}$ цента на 1000 галлоновъ или 46 центовъ въ годъ на человѣка, считая среднее потребленіе въ день въ 100 галлоновъ. Такой расходъ долженъ быть произведенъ, если въ противномъ случаѣ городъ будетъ принужденъ пользоваться настолько загрязненной водой, что смертность отъ тифа можетъ оказаться выше нормальной для данной мѣстности.

Въ заключеніе мы можемъ еще сказать, что, хотя процессъ искусственной фильтраціи и является подражаніемъ естественной, однако первая существенно отличается отъ второй въ слѣдующемъ. Въ природѣ процессу очищенія воды въ значительной степени помогаетъ растительность на поверхности, которая поглощаетъ не только самую загрязненную воду, но и продукты нитрификаціи. Въ искусственной же фильтраціи работа растений замѣняется процессомъ очищенія фильтровъ; отсюда видно, насколько важно, чтобы онъ былъ произведенъ надлежащимъ образомъ. Для достиженія хорошихъ результатовъ необходимо, чтобы изслѣдованія фильтрованной и нефилътрированной воды производились бы періодически; лишь такимъ образомъ можно убѣдиться въ дѣйствительности фильтраціи и чистки фильтра и получить нѣкоторыя указанія о его недостаткахъ. Въ Германіи подобные анализы производятся ежедневно. Частые

химическіе анализы являются очень цѣнными для дополненія и провѣрки бактериологическихъ; но, кромѣ того, слѣдуетъ имѣть еще данныя и о скорости фильтраціи. Такимъ образомъ, съ помощью правильно построенныхъ и правильно функционирующихъ фильтровъ, санитарный техникумъ можетъ превращать загрязненную рѣчную воду въ источникъ водоснабженія наибольшей чистоты.

Глава III.

Водоснабженіе.

29. Классификація.

Существуетъ двѣ системы водоснабженія: гравитаціонная и напорная. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ вода собирается и распредѣляется по трубамъ подъ дѣйствіемъ своей собственной тяжести, въ другихъ же накачивается при помощи насосовъ. Подъ терминомъ водопроводъ подразумѣвается полная система, которая включаетъ въ себя совокупность трубъ, резервуаровъ, и т. д. Самая простая гравитаціонная система пользуется лишь однимъ резервуаромъ, который обслуживаетъ данный городъ въ качествѣ сборнаго и распредѣлительнаго. При болѣе сложной системѣ имѣются два резервуара: первый сборный и второй распредѣлительный. Терминъ сборная система употребляется часто вмѣсто термина гравитаціонная при такомъ родѣ водоснабженія. Въ нѣкоторыхъ городахъ находятся иногда два или даже нѣсколько распредѣлительныхъ резервуаровъ для снабженія различныхъ частей города, причемъ они всѣ получаютъ воду ихъ одного общаго сборнаго резервуара. Другіе города имѣютъ, напротивъ того, нѣсколько сборныхъ резервуаровъ, въ которые стекается вода изъ различныхъ источниковъ. Въ общемъ, сборный резервуаръ съ его распредѣлительными резервуарами и трубами, ведущими отъ нихъ, называется гравитаціонной системой водоснабженія.

Напорная система дѣлится на два класса, соотвѣтственно способамъ распредѣленія. Къ первому классу относится тотъ случай, когда вода накачивается сперва въ резервуаръ и оттуда уже распредѣляется по городу въ си-

ду своей тяжести; ко второму, когда вода накачивается непосредственно въ водопроводныя трубы. Въ первомъ случаѣ, попадая въ резервуаръ, вода еще разъ подвергается аэраціи и отстаиванію; кромѣ того, резервуаръ можетъ быть настолько великъ, чтобы вмѣщать достаточное количество воды для снабженія города въ теченіе нѣсколькихъ дней. Это обстоятельство имѣетъ огромное значеніе, такъ какъ накачиваніе можетъ быть пріостановлено въ случаѣ временной порчи воды.

Во второмъ случаѣ примѣняются иногда танки и напорныя колонны, но объемъ ихъ настолько малъ, что вода не успѣваетъ въ нихъ отстаиваться, почему она и доставляется въ дома безъ дальнѣйшаго очищенія. Само собой разумѣется, что при такой системѣ вода должна обладать высшею степенью чистоты.

Въ Соединенныхъ Штатахъ первый водопроводъ былъ устроенъ въ Бостонѣ, штата Массачузетсъ, гдѣ въ 1652 году былъ установленъ бассейнъ въ 12 квадратныхъ футовъ въ поперечномъ сѣченіи, который получалъ воду черезъ деревянныя трубы изъ сосѣднихъ ключей. Это устройство не подвергалось измѣненіямъ вплоть до 1795 года, т. е. до того времени, когда районъ водоснабженія былъ расширенъ и проложены деревянныя трубы для распределенія воды. Второй водопроводъ въ Соединенныхъ Штатахъ былъ устроенъ въ Виѳліемѣ, штатъ Пенсильвація. Въ 1754 году строитель мельницъ, по имени Hans Christopher Christiansen, построилъ деревянную помпу, которая нагнетала воду изъ источника черезъ сѣтъ сосновыхъ трубъ въ деревянный резервуаръ, расположенный на 70 футовъ выше источника; помпа приводилась въ дѣйствіе водянымъ колесомъ, установленнымъ въ сосѣдней рѣчкѣ. Уже въ 1762 году деревянную помпу замѣнили тремя помпами изъ чугуна съ діаметромъ въ четыре дюйма и съ ходомъ поршня въ 18 дюймовъ. Кромѣ того, высоту подъема увеличили до 112 футовъ, а изъ резервуара проложили трубы для распределенія воды въ чаны и цистерны, находящіяся по близости наиболѣе населенныхъ мѣстъ. Устройство этого водопровода, включая насосную станцію, обошлось 514 фунтовъ стерлинговъ, 16 шиллинговъ и 5 пенсовъ.

Вплоть до 1800 года въ Соединенныхъ Штатахъ существовало всего лишь 5 водопроводовъ, а въ 1851 году только 68. Въ промежуткѣ же отъ 1851—1860 года была построена 61 водопроводная система, а отъ 1861 до 1870—104. Послѣ 1870 года количество водопроводовъ стало возрастать съ такой поразительной быстротой, что къ 1880 году ихъ насчитывали 629. Въ „Manuel of american waterworks“ за 1888 годъ имѣются описанія 1598 водопроводовъ, устроенныхъ въ Соединенныхъ Штатахъ; между тѣмъ, въ томъ-же Manual'ѣ отъ 1890—91 года описаны 2037, а въ книжкѣ за 1897 годъ находятся уже отчеты о 3196 водопроводахъ, которые доставляли воду для домашнихъ нуждъ и для тушенія пожаровъ въ 3480 городахъ, и еще о 462 водопроводахъ, удовлетворяющихъ частичныя нужды.

Всѣ водопроводы пользуются водой изъ описанныхъ въ предыдущей главѣ поверхностныхъ и подземныхъ источниковъ. Относительная пропорція, выведенная изъ цифръ данныхъ въ Manual'ѣ за 1888 годъ, приблизительно слѣдующая: 57% всѣхъ водопроводовъ пользуются поверхностной водой и 43% грунтовой; изъ этихъ 57%, около 21% приходится на долю небольшихъ рѣчекъ, 26% на рѣки и 10% на озера. Изъ 43% случаевъ пользовашіяся грунтовой водой, около 17% относятся къ ключевой и 26% къ колодезной.

Размѣры пользованія гравитаціонной и напорной системой выражены въ отчетахъ за 1880 годъ приблизительно въ слѣдующихъ цифрахъ: на долю первой приходится 28%, а на долю второй 72%, причемъ на напорную систему съ накачиваніемъ въ распределительные резервуары приходится 22%, а съ накачиваніемъ прямо въ водопроводныя трубы, съ устройствомъ или безъ устройства небольшихъ резервуаровъ и напорныхъ колоннъ, 50%. Изъ этихъ данныхъ видно, что распространеніе напорной системы превосходитъ раза въ три распространеніе гравитаціонной, причемъ накачиваніе непосредственно въ трубы имѣетъ мѣсто въ половинѣ всѣхъ водопроводныхъ системъ. Въ штатахъ Новой Англіи какъ и въ штатахъ Тихаго Океана, обѣ системы распространены въ одинаковомъ количествѣ. Въ центральныхъ же и сѣверо-западныхъ штатахъ напорной системой пользуются въ пятнадцать разъ больше, чѣмъ гравитаціонной.

Во всякомъ отдѣльномъ случаѣ мѣстныя условія указываютъ на выборъ той или другой системы: дѣйствительно, при изслѣдованіи мѣстности легко опредѣлить наиболѣе чистый источникъ водоснабженія и вычислить минимальную стоимость постройки и эксплуатаціи водопровода. Устройство гравитационной системы водопровода обходится обыкновенно дороже напорной, но зато при работѣ послѣдней требуется больше затратъ, чѣмъ при работѣ первой.

30. Потребленіе воды.

Количество воды, потребляемой городомъ, зависитъ главнымъ образомъ, отъ его населенія, но также и отъ обычаевъ и занятій этого послѣдняго. При проектированіи водопровода принято обыкновенно устанавливать среднее потребленіе воды однимъ человѣкомъ въ теченіе дня и полученное число помножать на существующее или предполагаемое населеніе города; такимъ образомъ, можно опредѣлить среднее дневное потребленіе. Кромѣ того, не мѣшаетъ еще справиться съ потребленіемъ воды въ сходномъ городѣ, пользующемся водопроводомъ въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ. При грубыхъ вычисленіяхъ принимаются, по большей части, 100 галлоновъ въ день на человѣка. Американскій галлонъ равенъ 231 кубическому дюйму.

Древній Римъ расходовалъ около 50 галлоновъ въ день на человѣка. Потребленіе современныхъ европейскихъ городовъ рѣдко превосходитъ это количество. Такъ, Лондонъ расходуетъ 44 галлона на человѣка въ день, Парижъ—36, Берлинъ—30, а маленькіе города, подобно Женевѣ и Ганноверу, только около 25 галлоновъ. Несомнѣнно, что 50 галлоновъ въ день вполне достаточно для одного человѣка, и тотъ фактъ, что Американскіе города потребляютъ значительно больше воды, указываетъ скорѣе на неэкономное пользованіе ею.

Въ 1880 году среднее потребленіе воды въ Филадельфіи равнялось 68 галлонамъ на человѣка, а въ 1890 году 132 галлонамъ; въ Чикаго 112 галлонамъ въ 1880 году и 127 въ 1890 году; въ Сень-Луи 72 галлонамъ въ 1880 году и 155 въ 1890. Въ общемъ, въ Соединенныхъ Штатахъ наблюдается значительное возрастаніе расхода воды, но изслѣдо-

ванія показали, что половина всего вышеуказаннаго количества воды расходуется понапрасну, а не въ силу необходимости. Съ цѣлью провѣрки потребности населенія въ водѣ, въ каждомъ домѣ въ Бостонѣ былъ установленъ счетчикъ, причемъ заставляли оплачивать все количество воды, которое отмѣчалось этимъ счетчикомъ. Расходъ воды оказался равнымъ приблизительно 51 галлону въ роскошныхъ квартирахъ, 32 въ зажиточныхъ и 17 въ болѣе бѣдныхъ.

Въ маленькомъ городѣ на одного человѣка расходуется обыкновенно меньшее количество воды, чѣмъ въ большемъ. Въ Америкѣ городъ съ 50000 населеніемъ потребляетъ въ среднемъ около 100 галлоновъ на человѣка. Фабричный городъ расходуетъ много воды; то-же самое можно сказать и о городѣ, замощенномъ асфальтомъ, который требуетъ частой мойки и поливки. Если-же въ городѣ меньше 10000 жителей и если въ немъ нѣтъ фабрикъ, то въ немъ потребляется приблизительно отъ 60—100 галлоновъ на человѣка въ день. Въ Іюлѣ и Августѣ расходъ воды превышаетъ нормальный расходъ на 15 или 20%, такъ какъ въ продолженіи этихъ мѣсяцевъ большое количество воды уходитъ на поливку улицъ и газоновъ. Въ сѣверной части Соединенныхъ Штатовъ, въ Январѣ и Февралѣ, когда принимаются мѣры противъ замерзанія водопроводныхъ трубъ, расходъ можетъ быть на 15 или 20% выше средняго. Если опредѣлить нормальный расходъ воды въ 100 галлоновъ въ день на человѣка, то для четырехъ вышеуказанныхъ мѣсяцевъ это количество слѣдовало-бы увеличить до 120 галлоновъ. По понедѣльникамъ, когда въ каждомъ хозяйствѣ производится обычная мойка и чистка, потребление воды превышаетъ на 20 или 40% среднее количество, потребляемое въ теченіи остальныхъ дней недѣли. Поэтому, при вычисленіи требуемаго количества воды, необходимо установить среднюю норму въ 100 галлоновъ въ день на человѣка, считая, что расходъ по понедѣльникамъ, въ особенности въ очень холодное и очень жаркое время года, можетъ достигать отъ 140—170 галлоновъ на человѣка.

Количество воды, необходимое для тушенія пожаровъ, не велико, если его распредѣлить по днямъ, но въ среднемъ **каждый** пожаръ требуетъ для своего прекращенія **совмѣстной**

работы трехъ уличныхъ крановъ, выпускающихъ по 200 галлоновъ воды въ минуту. Въ случаѣ если два пожара происходятъ одновременно въ одномъ городѣ или въ одномъ участкѣ съ населеніемъ въ 10000 жителей, то расходъ воды въ теченіи одного часа соотвѣтствуетъ потребленію 173 галлоновъ на человѣка въ день. Вообще говоря, въ каждомъ пожарномъ округѣ максимальное количество воды, доставляемое въ теченіе часа какъ для пожарныхъ, такъ и доманихъ нуждъ, должно было-бы превосходить въ 3—4 раза среднее количество потребляемой воды.

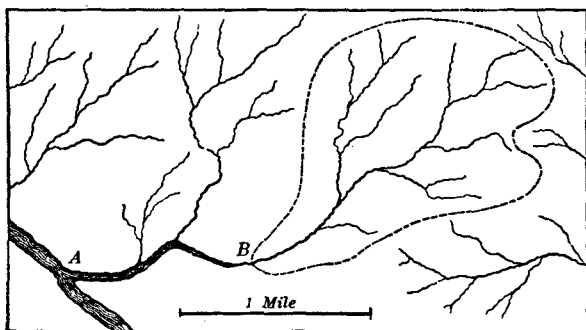
Давленіе воды въ уличныхъ трубахъ играетъ большую роль въ вопросѣ о тушеніи пожаровъ. Такъ, если оно достаточно велико, то можно ограничиться присоединеніемъ пожарнаго рукава къ уличному крану, не прибѣгая къ помощи пожарныхъ насосовъ. Если же наоборотъ, давленіе незначительно, то невозможно, даже и при помощи насосовъ, принести необходимую помощь, такъ какъ при маломъ давленіи получается и малое количество воды. Съ другой стороны, высокое давленіе въ уличныхъ трубахъ сопряжено съ перерасходомъ воды въ доманіемъ хозяйствѣ. Высокимъ давленіемъ считаютъ давленіе въ 100 фунтовъ на квадратный дюймъ, а низкимъ меньшее, чѣмъ 30 фунтовъ на квадратный дюймъ.

31. Объемъ сборныхъ резервуаровъ.

При проектированіи гравитаціонной системы необходимо обсудить предварительно слѣдующіе два вопроса: 1) на какое количество воды можно рассчитывать и 2) какой объемъ запасной воды въ резервуарѣ можетъ потребоваться для снабженія даннаго города. Для рѣшенія перваго вопроса дѣлаютъ съемку сосѣднихъ бассейновъ, а кромѣ того, собираютъ еще свѣдѣнія о количествѣ выпадающихъ осадковъ и воды, стекающей по поверхности. При рѣшеніи втораго вопроса разсматриваютъ, главнымъ образомъ, потребленіе и давленіе (§ 30), а затѣмъ уже дѣлаютъ подробный подсчетъ запаснаго объема воды. Всестороннее обсужденіе этихъ вопросовъ даетъ возможность судить о пригодности даннаго бассейна для снабженія города достаточнымъ количествомъ воды. Кромѣ того, необходимо во время наведенія справокъ

обратить серьезное вниманіе на чистоту источника водоснабженія. (Глава II).

Для примѣра представимъ себѣ, что городъ *A*, имѣющій 6000 жителей, расположенъ на рѣкѣ, въ которой вода загрязнена настолько, что не можетъ служить источникомъ водоснабженія. Требуется составить подсчетъ гравитаціонной системы, которую предполагають устроить съ резервуаромъ въ *B*, собирающимъ стекающую воду изъ прилегающаго бассейна, обведеннаго пунктиромъ.



Черт. № 9.

Допустимъ, что при помощи плана и изслѣдованій установлено, что площадь этого бассейна равна 1390 акрамъ и что среднее количество выпадающихъ въ теченіи года осадковъ составляетъ 38 дюймовъ, изъ которыхъ 45% стекаетъ по поверхности, тогда какъ остальное количество испаряется и просачивается; мы можемъ разсчитывать, слѣдовательно, на полученіе приблизительно 647000000 галлоновъ въ годъ. Но предположимъ, что минимальное количество осадковъ равно 31 дюйму; поэтому, въ такомъ году мы получимъ запасъ воды въ 528000000 галлоновъ, т. е. 1400000 галлоновъ въ день. Предположимъ далѣе, что вычисленія и изслѣдованія показали, что въ самое сухое время года получается 150000 галлоновъ въ день, т. е. 25 галлоновъ на человѣка. Въ такомъ случаѣ мы можемъ воспользоваться даннымъ бассейномъ для водоснабженія города, если есть возможность устроить сборный резервуаръ достаточной величины.

Для того, чтобы опредѣлить объемъ требуемаго резервуара, предположимъ, что въ Іюлѣ выпадаетъ много осадковъ,

¹⁾ Mile—миля.

въ Августѣ мало, а въ Сентябрьѣ еще меньше. Тогда резервуаръ долженъ собрать въ теченіе Іюля мѣсяца такое количество воды, которое было-бы достаточно для удовлетворенія нуждъ города вплоть до конца Сентября. Предположимъ затѣмъ, что среднее количество потребляемой воды въ теченіе Августа и Сентября—100 галлоновъ въ день на человѣка, т. е. въ общемъ 600000 галлоновъ, и что бассейнъ собираетъ въ Августѣ 400,000 галлоновъ, а въ Сентябрьѣ 150000. Тогда, если резервуаръ былъ полонъ въ концѣ Іюля, онъ значительно опустѣетъ къ концу Августа, такъ какъ въ этомъ послѣднемъ мѣсяцѣ бассейнъ доставитъ въ среднемъ на 200000 галлоновъ въ день меньше воды, чѣмъ нужно для нормальнаго потребленія. Въ Сентябрьѣ же этотъ средній дневной недостатокъ выразится 450000 галлонами. Изъ этого слѣдуетъ, что если требуется, чтобы резервуаръ былъ-бы еще на половину полонъ въ концѣ Сентября, онъ долженъ имѣть объемъ запасной воды въ 39400000 галлоновъ.

Изъ предварительныхъ соображеній можно заключить, что рассматриваемый бассейнъ можетъ снабдить городъ достаточнымъ количествомъ воды даже и въ самое сухое время года, но при томъ условіи, чтобы построенный резервуаръ *В* вмѣщалъ 40000000 галлоновъ. Для того-же чтобы удостовѣриться въ возможности устройства на мѣстѣ *В* резервуара указаннаго объема, необходимо сдѣлать подробное изслѣдованіе мѣстности и начертить планъ въ горизонталяхъ для каждаго фута высоты. Поэтому плану устанавливають уже высоту и размѣры плотины, а затѣмъ опредѣляютъ посредствомъ буренія характеръ требуемаго въ данномъ случаѣ основанія. Кромѣ того, заготовляютъ проекты плотины и ея водослива, сѣти трубъ, распредѣлительнаго резервуара и уличныхъ магистралей; въ заключеніе подводится смѣта предполагаемой гравитаціонной системы. Послѣ того какъ инженеръ кончилъ свою работу и представилъ отчетъ о ней, очередь за городскимъ управленіемъ разрѣшить вопросъ о томъ, можетъ-ли быть затрачена указанная сумма на выполненіе даннаго проекта.

Въ вышеуказанномъ примѣрѣ требуется запасный объемъ резервуара, превосходящій въ 80 разъ среднее дневное потребленіе. Въ городахъ, пользующихся гравитаціонной системой, это отношеніе обыкновенно значительно больше.

Такъ, въ 1897 году Нью-Йоркъ имѣлъ объемъ запасной воды въ 38000000000 галлоновъ, при среднемъ потребленіи 230000000 галлоновъ въ день; слѣдовательно, запасный резервуаръ по своему объему иривосходилъ дневное потребленіе въ 165 разъ.

Въ нѣкоторыхъ городахъ это отношеніе превышаетъ 200, но въ небольшихъ городахъ оно бываетъ меньше 100, а иногда и меньше 50. Собрать данныя для вычисленія объема запаснаго резервуара, привести ихъ въ соотвѣтственное отношеніе и вывести правильное заключеніе—работа далеко не легкая; поэтому только опытный инженеръ, имѣющій навыкъ, можетъ прійти къ вѣрному заключенію. При исполненіи этой работы необходимо предусмотрѣть возможность испаренія съ поверхности резервуара и увеличенія потребленія воды, обусловленнаго приростомъ населенія и разрастаніемъ города.

Во всякомъ случаѣ, было-бы весьма желательно сдѣлать нѣсколько подсчетовъ стоимости устройства водоснабженія при пользованіи другими бассейнами, при собираніи воды фильтрующими галлереями, при пользованіи рѣчной водой съ необходимой фильтраціей и т. д.

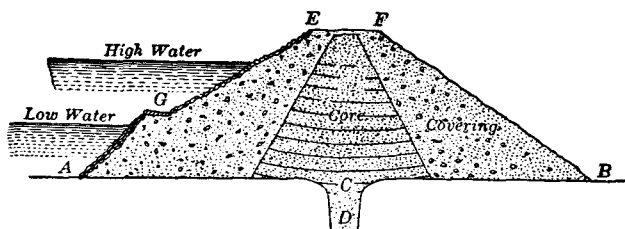
32. Земляныя плотины.

Земляныя плотины строились еще въ древности, но и въ настоящее время онѣ употребляются весьма часто, въ особенности когда за слабостью грунта устройство каменной плотины является затруднительнымъ. На чертежѣ № 10 мы имѣемъ изображеніе поперечнаго разрѣза одного изъ лучшихъ образцовъ такого сооруженія.

AB—естественная поверхность земли, а *DC* замокъ, заложенный нѣсколькими футами ниже поверхности земли и устроенный изъ цемента или глины, которые не допускаютъ просачиванія воды подъ плотину. Поверхъ замка устраивается ядро изъ тщательно выбраннаго матеріала, причемъ каждый слой его укладывается выпуклостью внизъ и утрамбовывается, послѣ чего уже все сооруженіе засыпается по бокамъ обыкновенной землей. Ширина плотины у ея вершины должна быть по меньшей мѣрѣ 15 футовъ, тогда какъ ширина основанія зависитъ отъ ея высоты: такъ, если вы-

сота равна 18 футамъ, то ширина основаній должна имѣть 75 футовъ или даже нѣсколько больше.

Самая существенная часть земляной плотины—это ядро; поэтому необходимо, чтобы составляющій его матеріаль былъ бы непроницаемъ для воды. Съ этой цѣлью смѣшиваютъ пять вѣсовыхъ частей гравія съ двумя частями песка и одной частью глины. Песокъ заполняетъ до нѣкоторой степени промежутки между кусками гравія, а глина проникаетъ въ еще болѣе мелкіе промежутки. Послѣ этого, полученная смѣсь утрамбовывается до тѣхъ поръ, пока она не сократится на $\frac{3}{4}$ своего первоначального объема. Во время работы матеріаль постепенно вспрыскивается и укладывается такимъ образомъ, чтобы края каждого слоя были-бы нѣсколько выше его середины. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ ядро устраивается изъ глины, которая также не пропускаетъ воду.



Черт. № 10¹⁾.

Земляная засыпка производится одновременно съ укладкой ядра; въ этомъ случаѣ качество земли не имѣетъ никакого значенія, такъ какъ послѣдняя употребляется лишь для защиты ядра. Передняя часть *BF* дѣлается съ $1\frac{1}{2}$ уклономъ, задняя-же составляется изъ двухъ частей: первая *AG* съ единичнымъ или $1\frac{1}{2}$ уклономъ и вторая *GE* съ двойнымъ. Между собой онѣ раздѣляются бермой на высотѣ низкой воды, имѣющей ширину, достаточную для проѣзда. Вся задняя сторона часто замащивается для предохраненія плотины отъ дѣйствія волнъ и льда. Протекаше воды черезъ поверхность земляной плотины влечетъ за собой непремѣнную порчу этой послѣдней; въ виду этого обстоятельства, при сооруженіи плотины необходимо устраивать водосливъ или обходной каналъ для спуска излишка воды.

¹⁾ High—высокій; low—низкій; water—вода.

Объ этомъ мы поговоримъ еще подробнѣе въ § 34. Нѣкоторые несчастные случаи происходили также вслѣдствіе просачивающа воды вдоль трубъ, проложенныхъ черезъ плотину. Чтобы предупредить это, лучше всего прокладывать трубы въ покрытомъ сводами тоннелѣ; для большей связи съ землей внѣшняя поверхность тоннеля должна быть по возможности шереховатой. Въ 1874 году въ Уильямсбургѣ, штата Массачузетсъ, была размыта земляная плотина; это имѣло слѣдствіемъ 143 смертныхъ случая, и кромѣ того, большія матеріальныя потери для жителей сосѣдней долины. Эта плотина имѣла 550 футовъ въ длину, 43 фута въ высоту на серединѣ и 16 футовъ въ ширину въ вершинѣ, причемъ уклонъ сторонъ былъ $1\frac{1}{2}$. вмѣсто описаннаго нами ядра въ центрѣ ея была устроена каменная кладка изъ бута, имѣвшая два фута толщины у своей вершины и 6 футовъ у своего основанія. Въ послѣдствіи оказалось, что эта стѣнка была сложена очень плохо, да и къ тому же была устроена на плохомъ цементѣ. Основаніе ея также не удовлетворяло своему назначенію, такъ что вода легко просачивалась и черезъ стѣнку и подъ ней, въ результатѣ чего и былъ разрывъ плотины.

Въ 1889 году около Джонстауна, штата Пенсильванія была также размыта земляная плотина; послѣдствія этого несчастнаго случая превосходятъ по своимъ размѣрамъ всѣ подобныя несчастія, извѣстныя изъ отчетовъ. При этомъ погибло 2142 человекъ и понесенъ убытокъ въ 3500000 долларовъ. Въ этомъ случаѣ резервуаръ имѣлъ площадь въ 407 акровъ, а бассейнъ въ 48,6 кв. миль. Плотина имѣла около 18 футовъ въ ширину въ вершинѣ, причемъ средняя ея часть была насыпана съ $1\frac{1}{2}$ уклономъ, а задняя съ двойнымъ; общая высота составляла около 70 футовъ, а ширина основанія около 265 футовъ. Было установлено, что причина катастрофы заключалась не въ какомъ-нибудь недостаткѣ въ устройствѣ самого тѣла плотины, а въ недостаточной величинѣ отверстія водослива. Послѣдній имѣлъ на проектѣ 150 футовъ въ ширину и 10 футовъ въ высоту ниже вершины плотины; но при постройкѣ дѣйствительная его ширина оказалась лишь въ 70 футовъ, а глубина, благодаря соотвѣтственному уменьшенію высоты, только въ 8 футовъ.

Въ теченіе 30 и 31 мая количество осадковъ колебалось между 6—8 дюймами, причемъ въ теченіи нѣсколькихъ часовъ количество ихъ превышало $\frac{2}{3}$ дюйма въ часъ. Вслѣдствіе недостаточной площади водослива уровень въ резервуарѣ постепенно повышался до тѣхъ поръ, пока 31 Мая въ 11 часовъ 35 минутъ утра вода не стала переливаться черезъ вершину плотины. Наконецъ, въ 2 часа 55 минутъ пополудни часть земли, шириною въ 400 футовъ и толщиною въ 40 футовъ, отдѣлилась отъ плотины и вслѣдъ за этимъ слой воды, въ 30 футовъ выиной, устремился внизъ по долину, разрушая на своемъ пути цѣлыя деревни. Въ 3 часа 12 минутъ этотъ потокъ достигъ города Джонстауна, гдѣ въ теченіи нѣсколькихъ минутъ погубилъ массу людей и причинилъ большія матеріальныя потери.

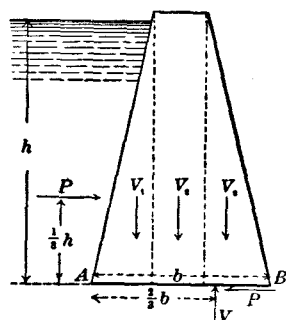
Въ старой поговоркѣ говорится, что одна неудача учитъ больные, чѣмъ многіе успѣхи. Соотвѣтственно этому, описанные нами два обвала плотинъ приводятъ къ слѣдующимъ заключеніямъ: 1) плотина и ея основаніе должны быть непроницаемыми для просачивающейся воды и 2) площадь водослива должна быть достаточной для пропуска воды во время самого большого ливня. Для достиженія хорошаго результата не достаточно еще соотвѣтственнаго проекта, такъ какъ требуется постоянный и бдительный надзоръ за каждой стадіей работы.

33. Каменные плотины.

Каменные плотины строятся гораздо рѣже, чѣмъ земляныя, такъ какъ онѣ требуютъ каменистаго основанія. Когда это имѣетъ мѣсто, то прежде всего освобождаютъ скалу отъ окружающихъ ее пластовъ и прорѣзываютъ въ ней ступенчатую траншею такимъ образомъ, чтобы основаніе плотины окружалось-бы каменнымъ панциремъ, не допускающимъ просачиванія воды. Промежутки между камнями тщательно заполняютъ какимъ-нибудь гидравлическимъ растворомъ, а кладка ведется такимъ образомъ, чтобы не было ни одного горизонтальнаго, простирающагося во всю ширину плотины, шва, такъ какъ въ противномъ случаѣ части плотины подъ давленіемъ воды легко сдвигаются. Видъ поперечнаго сѣченія плотины зависитъ отъ ея высоты; если

высота меньше 60 футовъ, то ему придаютъ обыкновенно видъ трапеціи. Поверхность плотины, воспринимающая на себя давленіе воды (задняя сторона), дѣлается или вертикальной или слегка наклонной; противоположной же сторонѣ (передней) придается обыкновенно значительный уклонъ. Ширина плотины наверху колеблется отъ 4 футовъ для низкихъ плотинъ до 15 футовъ для плотинъ, вышиною до 100 футовъ. Если при постройкѣ задаютъ себѣ толщину плотины въ вершинѣ и уклонъ задней поверхности, то ширина основанія можетъ и должна быть разсчитана такъ, чтобы плотина могла противостоять опрокидывающему дѣйствию воды. Силы, дѣйствующія на

плотину, обозначены на чертежѣ № 11. Горизонтальное давленіе воды P уравнивается равной горизонтальной силой P , дѣйствующей вдоль основанія AB . Всѣ плотины, состоящія изъ вѣса прямоугольника и двухъ треугольниковъ, равны $I_1 + I_2 + I_3$ и уравниваются вертикальнымъ сопротивленіемъ I . Изъ ученія объ устойчивости сооружений извѣстно, что сопротивле-



Черт. № 11.

ніе плотины опрокидывающему дѣйствию можетъ быть вполне обезпечено, если ширина основанія будетъ такова, что разстояніе отъ точки приложенія V до края основанія плотины B будетъ равно $\frac{1}{3}$ ширины основанія. Приравнивая сумму моментовъ относительно точки B всѣхъ дѣйствующихъ силъ нулю, мы и найдемъ ширину основанія плотины. Горизонтальное давленіе P для отръзка плотины, шириною въ одинъ футъ и высотой въ h футовъ, какъ доказывается въ гидростатикѣ, равно $31,25h^2$ футамъ. Точка приложенія давленія находится на $\frac{1}{3} h$ отъ дна. Напримѣръ, если плотина имѣетъ высоту въ 48 футовъ, то горизонтальное давленіе на одинъ футъ ея длины будетъ равно 72000 фунтамъ и приложено на разстояніи 16 футовъ надъ основаніемъ. Пусть вѣсъ одного кубическаго фута кладки этой плотины равенъ 150 фунтамъ, толщина плотины вверху 8 футамъ и уклонъ задней поверхности $\frac{1}{12}$; тогда основаніе перваго треугольника равно 4 футамъ, его площадь 96 кв. футамъ и вѣсъ I_1 —14400

фунтамъ. Площадь прямоугольника равна 384 кв. футамъ и соотвѣтствующій вѣсъ V_2 равенъ 57600 фунтамъ. Основаніе передняго треугольника есть $(b - 8 - 4)$ футовъ, его площадь—24 $(b - 12)$ и вѣсъ $V_3 = 3600 (b - 12)$ фунтовъ. Полный вѣсъ, равный вертикальной реакціи V , есть такимъ образомъ $72000 + 3600 (b - 12)$ фунтовъ. Сравнивая моменты относительно точки B найдемъ, что плечо силы P равно 16 футамъ, плечо силы $V_1 = (b - 2\frac{2}{3})$, силы $V_2 = (b - 8)$, силы $V_3 = \frac{2}{3}(b - 12)$ и силы $V = \frac{1}{3}b$. Принимая во вниманіе, что силы P и V стремятся вращать плотину по стрѣлкѣ часовъ, а остальные силы въ сторону противоположную, получимъ слѣдующее уравненіе:

$$72000 \cdot 16 + [72000 + 3600 (b - 12)] \cdot \frac{1}{3}b = 14400 \cdot (b - 2\frac{2}{3}) + 57600 \cdot (b - 8) + 3600 \cdot (b - 12) \cdot \frac{2}{3}(b - 12),$$

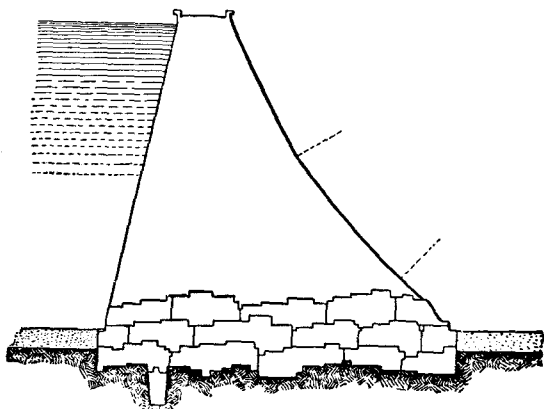
откуда мы найдемъ, что $b = 31$ футу и уклонъ передней стороны—4 $\frac{3}{4}$ дюйма на 1 футъ.

Верхняя часть передней стороны плотины строится часто съ меньшимъ уклономъ, чѣмъ нижняя, такъ что въ профиль получается или ломанная или кривая линія. Для плотины съ высотой, превышающей 100 футовъ, это считается обязательнымъ, въ виду уменьшенія напряженія камня въ точкѣ B . Для очень высокихъ плотинъ нижняя часть задней стороны также дѣлается криволинейной. Расчетъ такого рода плотинъ очень сложенъ и излагается подробно въ болѣе спеціальныхъ руководствахъ. Бетонныя плотины строятся по тому-же образцу, какъ и каменные.

Въ Америкѣ самой высокой плотиной считается бетонная плотина въ Санъ-Матео, Калифорнія, устроенная для водоснабженія Санъ-Франциско. Полная высота плотины равняется 170 футамъ, толщина въ вершинѣ 25, а при основаніи 176 футамъ. Уклонъ задней поверхности составляетъ три дюйма на каждый футъ, а передней около пяти дюймовъ на футъ на высотѣ 70 футовъ отъ вершины; далѣе слѣдуетъ, какъ показано на чертежѣ № 12, окружность съ радіусомъ въ 258 футовъ.

Длина плотины у ея вершины 680 футовъ, причемъ на планѣ она изогнута, съ цѣлью придать ей больше устойчивости. Бетонные массивы основанія имѣютъ очень большіе

размѣры и Т-образныя сѣченія для лучшаго взаимнаго соединенія.



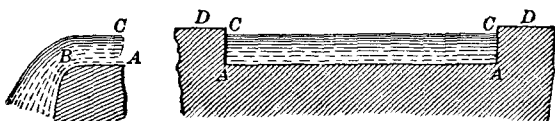
Черт. № 12.

Высота плотинъ, построенныхъ съ цѣлью ирригаціи, въ Соединенныхъ Штатахъ не превышаетъ обыкновенно 50 футовъ. Въ Ридингѣ, штата Пенсильванія, находится плотина, имѣющая 60 футовъ въ высоту и 17 футовъ въ толщину при вершинѣ. Въ Скрэнтонѣ, штата Пенсильванія, плотина имѣетъ 56 футовъ высоты и $9\frac{1}{2}$ футовъ толщины при вершинѣ. Каменная плотина, которую предполагаютъ соорудить у Quaker Bridge при бассейнѣ, снабжающемъ Нью-Йоркъ, спроектирована съ высотой въ 265 футовъ, толщиной у вершины въ 22 фута и при основаніи въ 216 футовъ.

34. Устройство водосливовъ и прокладка трубъ въ плотинѣ.

Водосливами называются отверстія въ верхней части плотины, которыя препятствуютъ поднятію воды до вершины этой послѣдней. Каменные плотины строятся часто и безъ водослива, потому что вода, протекая черезъ нихъ въ долину съ каменистымъ грунтомъ, не можетъ размывать основанія сооруженія и оказать, слѣдовательно, вреднаго вліянія. Напротивъ того, всякая земляная плотина требуетъ непременно устройства водослива или какого-либо другого приспособленія для стока избытка воды.

Водосливъ устраивается въ специальной каменной кладкѣ на одномъ изъ концовъ плотины. Въ сущности, это каменное сооруженіе является такою-же каменной плотиной, обыкновенно не большой высоты, имѣющей свою вершину на одномъ уровнѣ съ вершиной плотины. Такъ на чертежѣ № 13 *DD* изображаетъ вершину, *AA*—порогъ водослива и *AC*—толщину струи воды, протекающей черезъ него. Толщина плотины у ея порога *AB* представлена въ разрѣзѣ, гдѣ *AC* есть глубина стекающей воды. Пусть *b* ширина *AA* и *H* глубина *AC*; тогда, если *b* и *H* выражены въ футахъ, мы, согласно ученію гидравлики, получимъ количество вытекающей воды въ куб. футахъ въ теченіи каждой секунды по формулѣ: $q = 3,06bH^{\frac{3}{2}}$.



Черт. № 13.

Размѣры всякаго водослива должны быть вычислены такимъ образомъ, чтобы при наибольшемъ количествѣ осадковъ онъ могъ пропустить въ теченіи одного часа все количество воды, которое притечетъ къ нему съ бассейна. Чѣмъ продолжительнѣе ливень, тѣмъ ближе долженъ подходить расходъ водослива къ количеству воды, выпадающему въ видѣ ливня. Проектируя водосливъ для большого бассейна, можно установить его пропускную способность изъ расчета въ $\frac{1}{3}$ дюйма осадковъ въ теченіи часа на площадь бассейна; для маленькаго резервуара слѣдуетъ принять нѣсколько болѣе высокую цифру, такъ какъ вода въ данномъ случаѣ стекаетъ быстрѣй. Возьмемъ для примѣра данныя бассейна, указаннато на чертежѣ въ § 31. Площадь этого бассейна равна 1390 акрамъ; если мы предположимъ, что ливень даетъ одинъ дюймъ осадковъ въ часъ, изъ которыхъ 0,6 достигаетъ резервуара въ теченіи одного часа, то данный водосливъ долженъ быть настолько великъ, чтобы пропускать въ каждую секунду 840 куб. футовъ. Если порогъ водослива лежитъ на 4 фута ниже вершины плотины, то *H* равно 4 футамъ; если мы возьмемъ $q = 840$, то по формулѣ

получаемъ, что b , т. е. искомая ширина AA , равна 34,3 фута. Если примемъ $H=5$ футамъ, то ширина b будетъ равна 24,8 футамъ. Изъ этого видно, что при проектированіи водослива наиболѣе трудной задачей является опредѣленіе необходимыхъ данныхъ. Если конецъ плотины упирается въ скалистый грунтъ, то въ немъ можно выстѣчь каналъ для стока лишней воды. Въ плотинѣ около Джонстауна, разрушеніе которой описано нами въ § 32, этотъ каналъ имѣлъ 176 футовъ въ длину, ширину при входѣ въ него—въ 120, а при выходѣ—въ 69 футовъ, тогда какъ дно его было расположено на 8 футовъ ниже вершины плотины. Къ данному случаю мы можемъ также примѣнить вышеуказанную нами формулу, положивъ что $H=8$ футамъ и $b=69$ футамъ, изъ чего видно, что когда вода стояла на уровнѣ вершины плотины, то пропускная способность q канала была равна 4780 куб. футамъ въ секунду. Но такъ какъ каналъ былъ до нѣкоторой степени стѣсненъ сѣткой, задерживающей рыбу, то онъ могъ, по всей вѣроятности, пропускать всего лишь 4000 куб. футовъ.

Трубы, которыя отводятъ воду изъ резервуара и проходятъ черезъ плотину, оканчиваются въ особаго рода камерѣ, снабженной заслонками для впуска воды. Эту камеру слѣдуетъ устраивать такимъ образомъ, чтобы въ ней воду можно было получать съ различныхъ уровней; это важно потому, что въ теченіи различныхъ временъ года чистота воды не одинакова на различной глубинѣ. Эти отверстія должны быть снабжены сѣтками, препятствующими выходу рыбы. Вышеуказанная камера строится обязательно изъ камня; поэтому ее пристраиваютъ обыкновенно съ того или другого конца плотины, гдѣ можно найти хорошее основаніе. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ эта камера составляетъ часть сооружения для образованія водослива.

Одинъ изъ лучшихъ способовъ проведенія водопроводныхъ трубъ въ камеру заключается въ проложеніи ихъ черезъ сводчатый тоннель, который закладывается въ переднемъ концѣ толстой стѣнкой; препятствующей прониканію внутрь его воды. Внѣшняя поверхность каменнаго свода оставляется неровной и обмазывается глиной для предупрежденія просачиванія воды. Такой тоннель заключаетъ обыкновенно не только главную водопроводную трубу, но

также и другую, небольшого размѣра, служащую для спуска воды изъ резервуара въ случаѣ его ремонта или чистки.

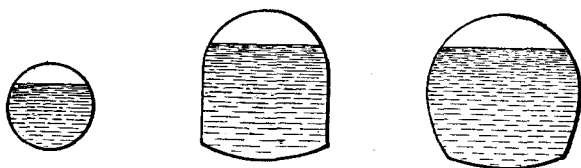
При всякой каменной постройкѣ, какъ-то: сооруженіи водослива или устройствѣ вышеуказанныхъ камеръ, необходимо пользоваться гидравлическимъ растворомъ наилучшаго качества; кромѣ того, слѣдуетъ установить бдительный надзоръ за работой и употребляемымъ матеріаломъ. Крѣпость всякаго сооруженія заключается въ устойчивости слабѣйшей его части; поэтому, если, вслѣдствіе недостаточно внимательнаго наблюденія, одна изъ частей сооруженія окажется неудовлетворительной, достоинство и устойчивость всего сооруженія являются соотвѣтственно пониженными.

35. Акведуки.

Изъ сборныхъ резервуаровъ вода поступаетъ въ распределительные или по каналамъ, или по акведукамъ, или же по водопроводнымъ трубамъ. Хотя пользованіе съ этой цѣлью каналомъ и выгодно, такъ какъ во время протеканія черезъ него вода въ достаточной степени аэрируется, но выгода эта умалется вслѣдствіе потерь отъ просачиванія, испаренія и возможнаго загрязненія воды. Вотъ почему каналами пользуются крайне рѣдко. Акведукъ представляетъ изъ себя искусственный каменный каналъ, перекрытый сводомъ. Подобно всякому другому каналу, онъ прокладывается съ постояннымъ уклономъ и, въ противоположность водопроводнымъ трубамъ, никогда не заполняется водой во всю высоту. Знаменитые римскіе акведуки проводились черезъ долины на каменныхъ аркахъ, съ цѣлью сохраненія постоянного уклона; всѣ они имѣютъ въ поперечномъ разрѣзѣ форму прямоугольника, обмазаны внутри цементомъ и покрыты каменными плитами или же мѣстами сводами. Въ настоящее время акведуки строятся только для обслуживанія большихъ городовъ, такъ какъ для маленькихъ городовъ вполне достаточно проложить небольшую трубу.

Современнымъ акведукамъ придаютъ обыкновенно въ поперечномъ разрѣзѣ круглую форму или форму корзинки съ ручкой (черт. № 14). Круглыя сѣченія примѣняются при постройкѣ небольшихъ акведуковъ, имѣющихъ не больше 6 фут. въ діаметрѣ. При большихъ размѣрахъ акведукамъ придаютъ

въ поперечномъ сѣченіи форму корзинки съ ручкой съ вертикальными стѣнками, что дѣлается въ томъ случаѣ, если акведукъ устраивается въ скалѣ или въ твердомъ грунтѣ,



Черт. № 14.

который не оказываетъ большого бокового давленія; если же акведукъ устраивается въ обыкновенномъ грунтѣ, то тогда боковыя стѣнки дѣлаются наклонными наружу. Въ томъ и другомъ случаѣ дно образуется изъ лотка по дугѣ окружности большого радіуса. Кирпичъ и камень являются наиболѣе употребительнымъ матеріаломъ для сооруженія акведуковъ; при постройкѣ они тщательно скрѣпляются гидравлическимъ растворомъ. Если почва податлива, то основаніе дѣлается на сваяхъ или же изъ бетона, съ цѣлью предупрежденія осадки. При малыхъ размѣрахъ круглаго поперечнаго сѣченія вмѣсто кирпича употребляютъ сталь или чугунъ. Каменные акведуки рѣдко заполняются водой до вершины свода, такъ какъ они не приспособлены выдерживать высокое внутреннее давленіе; чугунные же и желѣзные акведуки могутъ быть, при желаніи, совершенно заполнены водой. Вообще говоря, подъ акведукомъ подразумѣвается такое сооруженіе, въ которомъ вода имѣетъ свободную поверхность.

Количество воды, которое можетъ пропустить данный акведукъ, зависитъ отъ площади поперечнаго сѣченія, отъ поверхности соприкосновенія съ водой и отъ продольнаго уклона. Пусть a площадь поперечнаго сѣченія, v средняя скорость теченія въ секунду и q секунднй расходъ; тогда $q = av$. Допустимъ теперь, что p есть длина смоченнаго периметра, т. е. длина внутренней части поперечнаго сѣченія, соприкасающейся съ водой; тогда a/p есть то, что называется гидравлическимъ радіусомъ, который обыкновенно обозначается черезъ r . Пусть l будетъ длина акведука, верти-

кальное падение на которой равно h ; тогда h/l есть ничто иное, какъ уклонъ; обозначимъ его черезъ s . Между всѣми упомянутыми величинами существуетъ слѣдующее соотношеніе: $v = c\sqrt{rs}$, въ которомъ c постоянное, зависящее отъ шероховатости поверхности и нѣкоторыхъ другихъ обстоятельствъ. Если бы поверхность была идеально гладкой, то скорость v должна была-бы непрерывно возрастать; но вслѣдствіе тренія воды о шероховатую поверхность, скорость ея остается постоянной до тѣхъ поръ, пока r и s не измѣняютъ своего значенія. Значеніе коэффиціента c можно установить на основаніи опытныхъ данныхъ, рассматриваемыхъ въ курсахъ гидравлики. Если акведукъ обмазанъ внутри цементомъ и если r выражено въ футахъ и v тоже въ футахъ въ секунду, то для c можно принять слѣдующія значенія (табл. № 9).

Гидравлич. радіусъ въ футахъ.	$s = 0,00005$	$s = 0,0001$	$s = 0,0002$	$s = 0,0004$	$s = 0,001$
$r = 1$	114	120	123	125	127
$r = 1.5$	126	130	133	135	136
$r = 2$	135	138	140	141	142
$r = 3$	147	148	149	149	150

Табл. № 9.

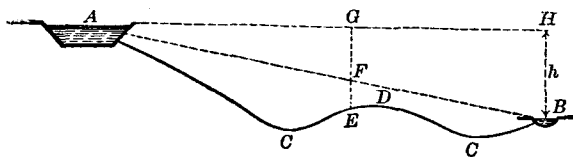
Напримѣръ, если акведукъ устроенъ съ уклономъ въ 1 футъ на милю, то значеніе $s = 1/5280 = 0,0001894$; если площадь поперечнаго сѣченія равна 48 кв. футамъ, внутренній периметръ его 25 футамъ, то значеніе r при заполненіи его на всю высоту $= 1,92$ фута; тогда, какъ видно изъ прилагаемой таблицы, коэффиціентъ c будетъ равенъ 139. Пропускная способность акведука опредѣляется максимальнымъ количествомъ протекающей черезъ него воды. Этотъ максимумъ достигается въ то время, когда акведукъ почти, но не совершенно, заполненъ. Въ томъ случаѣ, когда уклонъ $s = 0,0001894$, гидравлическій радіусъ $r = 1,92$ фута и $c = 139$, средняя скорость v оказывается, по расчетамъ равной 2,65 фута въ секунду. Тогда расходъ q есть 127.2 куб. фута въ секунду или 82200000 галлоновъ въ день; эта пропускная

способность достаточна для снабженія города съ 500000 жителей. Если же уклонъ этого акведука былъ бы 4 фута на милю, то его средняя скорость и расходъ увеличились-бы вдвое противъ указанныхъ; однако, такой уклонъ является необычнымъ, хотя Римляне примѣняли еще значительно большіе уклоны. Старый Кротонскій акведукъ, построенный въ 1842 году для снабженія Нью-Йорка, имѣетъ 53,3 кв. фута въ поперечномъ сѣченіи, 31,8 мили въ длину, уклонъ въ 1,11 фута на милю и пропускную способность въ 98000000 галлоновъ въ день. Онъ вступаетъ въ городъ черезъ рѣку Гарлемъ въ видѣ красиваго сооруженія, извѣстнаго подъ именемъ High Bridge. Новый Кротонскій акведукъ, законченный въ 1890 году, имѣетъ въ поперечномъ сѣченіи около 160 кв. футовъ и пропускную способность около 300000000 галлоновъ въ день; онъ входитъ въ городъ черезъ дюкеръ подъ рѣкой Гарлемъ. Балтимора, Бостонъ и нѣсколько другихъ большихъ городовъ имѣютъ также акведуки. Постройка одного акведука обходится гораздо дешевле, чѣмъ прокладка нѣсколькихъ водопроводныхъ трубъ, съ одинаковой пропускной способностью; такъ напримѣръ, 5—6 водопроводныхъ трубъ, съ діаметромъ въ 4 фута, могутъ пропускать то-же самое количество воды, какъ и одинъ акведукъ, имѣющій 8 футовъ въ діаметрѣ, причемъ стоимость этихъ трубъ должна значительно превысить стоимость акведука. Общее правило для круглыхъ поперечныхъ сѣченій той-же самой степени шероховатости заключается въ томъ, что пропускная способность пропорціональна корню квадратному изъ 5 степени ихъ діаметра. Такъ, если имѣются два сѣченія въ 2 и 8 футовъ въ діаметрѣ, то большее изъ нихъ будетъ пропускать въ 32 раза больше воды, чѣмъ меньшее.

36. Напорныя трубы.

Стальная или чугунная труба прекрасно выдерживаетъ внутреннее давленіе воды и можетъ быть поэтому проведена черезъ долины и холмы, слѣдуя за уклономъ почвы, тогда какъ акведукъ долженъ при такихъ обстоятельствахъ обходить неровности для сохраненія болѣе или менѣе постояннаго уклона.

Допустимъ, что A сборный (черт. № 15), а B распре-
дѣлительный резервуаръ, тогда напорная труба $ACDCB$
можетъ быть уложена по кратчайшему между ними пути.



Черт. № 15.

Древніе Римляне отлично понимали выгоду напорныхъ
трубъ, но не могли ими пользоваться за неимѣніемъ со-
отвѣтствующаго матеріала, какими являются сталь или чу-
гунъ; поэтому они и были принуждены удовлетворяться
акведуками. Наиболѣе употребительными являются чу-
гунныя трубы, которыя дѣлаются различныхъ размѣровъ,
вплоть до 5 футовъ въ діаметрѣ. Каждая труба имѣетъ
обыкновенно около 12 футовъ въ длину; на одномъ изъ ея
концовъ имѣется раструбъ, въ который вкладывается ко-
нечъ другой трубы. Промежутокъ между раструбомъ и кон-
цомъ трубы закладывается пеньковыми жгутами и залива-
ется сверху свинцомъ, чѣмъ достигается водонепроницаемость
соединенія. Стальные трубы дѣлаются изъ отдѣльныхъ ча-
стей, причемъ каждая часть образуется изъ цѣльнаго листа
при помощи продольнаго заклепочнаго шва. Эти отдѣльные
куски соединяются между собой заклепками. Небольшія
стальные трубы употреблялись въ теченіи долгаго времени
въ Калифорніи въ горномъ дѣлѣ, а еще въ 1876 году въ
Рочестерѣ, штата Нью-Йоркъ, была проложена большая
труба въ 36 дюймовъ въ діаметрѣ. Въ настоящее время
употребляются стальные трубы до 60 дюймовъ въ діаметрѣ.
На склонахъ, направленныхъ къ Тихому Океану, употребле-
ются также и деревянные трубы; послѣднія дѣлаются изъ кус-
ковъ краснаго дерева, стянутыхъ желѣзными обручами.

На трубѣ AB должны быть установлены вентили въ
пунктахъ A и B съ тѣмъ, чтобы можно было регулировать те-
ченіе воды или-же временно его приостанавливать. Въ болѣе
низкихъ точкахъ, подобно точкѣ C , помѣщаются другіе
вентили, служащіе для удаленія образующихся въ трубѣ

осадковъ. Кромѣ того, въ болѣе возвышенныхъ точкахъ, подобно точкѣ *D*, устанавливають еще вентили, черезъ которые удаляется выдѣляющійся изъ воды воздухъ. Прямая *AB*, проведенная отъ поверхности воды въ резервуарѣ *A* до поверхности воды въ резервуарѣ *B*, называется прямой пьезометрическихъ высотъ. Ни одна часть трубы не должна располагаться выне этой линіи, такъ какъ въ противномъ случаѣ теченіе можетъ иногда прекращаться.

Когда вентиль *A* открытъ, а вентиль *B* закрытъ, то пьезометрическое давленіе въ каждой данной точкѣ трубы будетъ пропорціонально вертикальному разстоянію отъ уровня въ резервуарѣ *A*; такъ, въ точкахъ *E* оно будетъ пропорціонально высотѣ *EG*, а въ точкѣ *B* высотѣ *BH*. Въ случаѣ же когда оба вентиля въ точкѣ *A* и *B* вполне открыты, положеніе вещей измѣняется и пьезометрическое давленіе въ каждой данной точкѣ трубы пропорціонально вертикальному разстоянію до прямой *AB*. Такъ, въ точкѣ *E* оно пропорціонально отрѣзку *EE*, а въ точкѣ *B* глубинѣ воды въ резервуарѣ *B* надъ отверстіемъ трубы.

Формулы предыдущаго § примѣнимы, съ соотвѣтствующими измѣненіями, къ теченію воды въ трубахъ. Подъ *l* надо подразумѣвать длину трубы, измѣренную по кривой *ACDCB*, подъ *h*—разность высотъ уровней воды въ *A* и *B*, или высоту *BH*; тогда $s = h/l$. Если діаметръ трубы есть *d*, то площадь ея поперечнаго сѣченія $= \frac{1}{4}\pi d^2$ и ея окружность πd , откуда гидравлическій радіусъ *r* есть $\frac{1}{4}d$. Средняя скорость теченія можетъ быть выражена формулой $v = c \sqrt{dh/ql}$; подсчитавъ скорость по этой послѣдней формулѣ, мы найдемъ секунднй расходъ по формулѣ $q = \frac{1}{4}\pi d^2 \cdot v$. Что-же касается коэффиціента *c*, то онъ по прежнему будетъ измѣняться въ зависимости отъ шероховатости поверхности, отъ размѣра трубы и уклона прямой пьезометрическихъ высотъ. Для новой асфальтированной чугунной трубы можно принять слѣдующія значенія коэффиціента *c* (табл. № 10); послѣднія, подобно приведеннымъ въ предыдущемъ §, выведены изъ формулы Kutter'a.

Для старой трубы, вслѣдствіе засоренія стѣнокъ, принимается коэффиціентъ болѣе низкій: именно на 20, 30 % ниже указаннаго въ таблицѣ. Въ стальной же трубѣ, въ виду сопротивленія заклепокъ, значеніе *c*, а также скорость

и пропускная способность нѣсколько ниже, чѣмъ въ другихъ трубахъ съ гладкой внутренней поверхностью.

Діаметръ въ футахъ.	$s = 0,0001$	$s = 0,0002$	$s = 0,0004$	$s = 0,001$	$s = 0,01$
$d = 0,5$	73	79	83	87	88
$d = 1$	92	98	102	104	106
$d = 2$	112	117	120	122	124
$d = 3$	124	129	131	133	134
$d = 4$	132	136	138	139	141
$d = 5$	140	141	142	143	144

Табл. № 10.

Допустимъ, что требуется вычислить пропускную способность новой чистой трубы, имѣющей 30 дюймовъ въ діаметрѣ и 16400 футовъ въ длину, при паденіи въ 49,2 фута. Здѣсь $d = 2,5$ фута, $h = 49,2$ фута, $l = 16400$ футамъ, $s = 49,2/16400 = 0.003$ и, согласно приведенной таблицѣ, $c = 128$. По вычисленіи находимъ, что средняя скорость $v = 5,54$ фута въ секунду и расходъ $= 27,2$ куб. фута въ секунду, что составляетъ около 17500000 галлоновъ въ день.

Обратная задача, т. е. вычисленіе діаметра трубы при данной пропускной способности, также рѣшается при помощи приведенныхъ выше формулы и таблицы. Предположимъ, что требуется опредѣлить діаметръ трубы, пропускающей 8500000 галлоновъ въ день, причемъ извѣстно, что длина трубы $= 25400$ футамъ и паденіе $= 127$ футамъ. Въ данномъ случаѣ уклонъ $s = 0,005$ и коэффициентъ c можетъ быть принятъ равнымъ 100; расходъ-же $q = 13,15$ куб. фута въ секунду. Преобразуя вышеуказанную формулу для q , полу-

чаемъ $d = \left(\frac{8q}{\pi c s^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{2}{3}}$; откуда находимъ $d = 0.89$ фута. Сравни-

вая полученный результатъ съ данными приведенной таблицы находимъ, что принятое нами значеніе c почти что правильно и что діаметръ въ 1 футъ можетъ пропускать нѣсколько больше воды, чѣмъ это требуется. Принимая же во вниманіе различныя случайности, и слѣдуетъ остановиться на 12 дюймовой трубѣ.

Способъ расчета водопроводныхъ трубъ излагается здѣсь только въ общихъ чертахъ, но надо еще замѣтить, что установленіе дѣйствительнаго коэффиціента требуетъ основательныхъ знаній и большого опыта. То-же самое можно сказать относительно выбора направленія трубъ и ихъ укладки. Толщина стѣнокъ трубы мѣняется соотвѣтственно давленію, причемъ обыкновенно принимаютъ во вниманіе еще діаметръ и свойство употребляемаго матеріала. Этотъ вопросъ обсуждается подробно въ слѣдующихъ §§.

37. Распредѣлительные резервуары.

Распредѣлительные резервуары по своей величинѣ обыкновенно меньше сборныхъ, такъ какъ послѣдніе должны заключать количество воды, достаточное для снабженія въ теченіе 2—3 мѣсяцевъ, а первые—запасъ всего лишь на нѣсколько дней. Такъ, въ 1897 году Нью-Йоркъ имѣлъ 13 сборныхъ резервуаровъ, съ общимъ объемомъ въ 38000000000 галлоновъ и 5 распредѣлительныхъ, вмѣщающихъ 1350000 галлоновъ. Въ періоды обильныхъ выпаденій осадковъ рекомендуется прерывать сообщеніе съ сборнымъ резервуаромъ для возможно лучшаго осажденія взвѣшенныхъ веществъ, почему и является желательнымъ, чтобы распредѣлительный резервуаръ вмѣщалъ бы запасъ воды на недѣлю. Большой городъ имѣетъ обыкновенно нѣсколько распредѣлительныхъ резервуаровъ, снабжающихъ различныя его части, тогда какъ маленькій городъ обслуживается иногда только однимъ резервуаромъ. Предпочтительно однако имѣть два подобныхъ резервуара вмѣсто одного для того, чтобы имѣть возможность изрѣдка чистить и исправлять одинъ изъ нихъ. Желательно также, чтобы между городомъ и сборнымъ резервуаромъ существовало-бы непосредственное сообщеніе для того, чтобы въ случаѣ необходимости получать воду прямо изъ него.

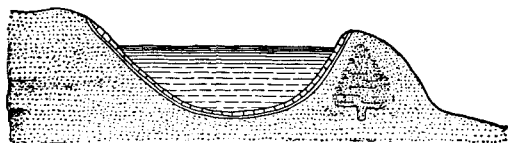
Для достаточно успѣшнаго осажденія при напорной системѣ требуется большій объемъ распредѣлительнаго резервуара, чѣмъ при сборной. Въ данномъ случаѣ пользованіе однимъ резервуаромъ безусловно не рекомендуется; необходимо имѣть по меньшей мѣрѣ два резервуара: одинъ для пріема воды съ насосной станціи, а другой для распре-

дѣленія ея по городу. Когда требуется ремонтъ одного изъ нихъ или же когда накачиваемая вода оказывается нѣсколько мутной вслѣдствіе временнаго разлива рѣки, сообщеніе между ними должно быть на одинъ или два дня прервано.

Наличность трехъ резервуаровъ является еще болѣе желательной. Въ Южномъ Виолиемѣ, напримѣръ, штата Пенсильванія, вода накачивается изъ рѣки въ резервуаръ, съ объемомъ въ 12000000 галлоновъ, откуда она поступаетъ въ два меньшихъ резервуара, которые вмѣщаютъ совмѣстно 3000000 галлоновъ. Въ данномъ случаѣ болыніи резервуаръ играетъ роль сборнаго резервуара гравитаціонной системы. Такая комбинація позволяетъ по той или иной причинѣ пріостановить накачиваніе на нѣсколько дней; вмѣстѣ съ тѣмъ, одинъ изъ малыхъ резервуаровъ можетъ быть изъятъ изъ употребленія, если въ томъ окажется необходимость. Распредѣлительный резервуаръ устраивается обыкновенно на возвышенной мѣстности, что необходимо для полученія соотвѣтствующаго давленія въ трубахъ во всѣхъ частяхъ города. Если сборный резервуаръ устраивается посредствомъ запруживанія долины, то тогда нѣтъ необходимости въ устройствѣ specialнаго углубленія: слѣдуетъ только удалить верхній слой земли, покрытый растительностью. Распредѣлительный же резервуаръ, устраиваемый на возвышенности, требуетъ образованія значительнаго углубленія. Наиболее экономнымъ является устройство распредѣлительнаго резервуара вдоль гребня холма, гдѣ требуется частью углубленіе и частью запруживаніе, какъ показано на черт. № 16. При этомъ необходимо принять серьезныя мѣры для предупрежденія сползанія плотины и просачиванія черезъ нее воды. Форма резервуара зависитъ отъ конфигураціи поверхности возвышенности и отъ требуемой вмѣстимости его. Глубина воды въ серединѣ резервуара колеблется обыкновенно между 15—30 футами.

Большинство распредѣлительныхъ резервуаровъ облицовывается бетономъ съ цѣлью предупрежденія просачиванія воды. Для этого прежде всего тщательно утрамбовываютъ внутреннюю поверхность, а затѣмъ накладываютъ слой глины, толщиною, примѣрно, въ 1 футъ, который также утрамбовываютъ, и слой бетона, толщиною, приблизительно, въ 1 футъ. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ сверху производятъ

залитку асфальтомъ, въ виду того что бетонъ подъ давлѣніемъ въ 20—30 футовъ пропускаетъ воду.



Черт. № 16.

Если въ распредѣлительный резервуаръ вода подводится по акведуку, то регулированіе ея притока должно происходить исключительно въ сборномъ резервуарѣ. Если же онъ заполняется черезъ напорныя трубы, то въ томъ и другомъ резервуарѣ должны быть установлены вентили.

Максимальный притокъ воды, получается, понятно, при обоихъ открытых вентилехъ; тѣмъ не менѣ живая сила потока обыкновенно настолько мала, что ее едва хватаетъ на подыманіе воды на высоту 1 фута надъ устьемъ трубы. Для того чтобы притекающая въ распредѣлительный резервуаръ вода била фонтаномъ и насыщалась воздухомъ, на конецъ трубы прилаживаютъ коническій насадокъ: отъ этого расходъ воды черезъ трубу уменьшается, но за то скорость истеченія настолько увеличивается, что вода можетъ бить на значительную высоту.

Въ распредѣлительныхъ резервуарахъ такъ-же, какъ и въ резервуарахъ сборныхъ, устраивается отдѣльная камера для помѣщенія конца отводящей трубы. Кромѣ того, отъ самаго низкаго мѣста дна резервуара отводится еще труба, служащая для спуска воды. Всякій распредѣлительный резервуаръ слѣдуетъ освобождать отъ образовавшихся осадковъ по крайней мѣрѣ разъ въ годъ; нѣкоторые, однако, слѣдуетъ чистить черезъ болѣе короткіе промежутки. Въ практикѣ извѣстны случаи загрязненія резервуара нечистотами; въ такомъ случаѣ его поверхность слѣдуетъ тщательно вымыть бромистой водой, съ тѣмъ чтобы убить всѣ находящіяся на ней бактеріи.

Если при гравитаціонной системѣ употребляются песочные или механическіе фильтры, то послѣдніе устраи-

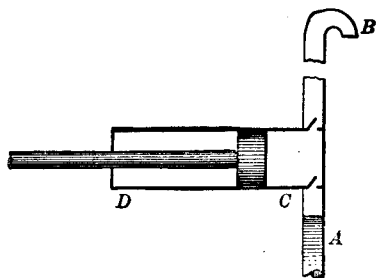
ются обыкновенно между двумя резервуарами, изъ которыхъ одинъ получаетъ воду изъ сборнаго резервуара и направляетъ ее къ фильтрамъ, а другой получаетъ уже очищенную воду и распределяетъ ее по городу. При напорной системѣ съ распределительными резервуарами прибѣгаютъ либо къ такому-же устройству, либо устанавливаютъ фильтръ по близости отъ рѣки, откуда очищенная вода накачивается въ резервуаръ. При примѣненіи системы накачиванія въ напорную баню или въ напорную колонну необходимо фильтровать воду до ея поступленія въ насосъ.

38. Насосы и накачиваніе.

Для выкачиванія воды изъ обыкновеннаго колодца употребляютъ обыкновенно всасывающій насосъ, если требуемая высота поднятія не превышаетъ 30 футовъ. При болѣе высокомъ подъемѣ примѣняютъ комбинированный всасывающій и нагнетательный насосъ, который устанавливается не выше, чѣмъ на 30 футовъ надъ уровнемъ воды въ колодцѣ. Если оказалось-бы возможнымъ образовать безусловную пустоту, то вода могла-бы всасываться на высоту 34 футовъ; но на практикѣ, вслѣдствіе не полной герметичности клапановъ, этотъ предѣлъ не можетъ быть достигнутъ. Послѣ всасыванія въ насосъ, вода проталкивается дальше въ силу давленія, производимаго поршнемъ. Если-бы давленіе послѣдняго равнялось p фунтамъ на каждый квадрат. дюймъ, то теоретическая высота подъема, выраженная въ футахъ, была-бы $2,304 p$; однако она бываетъ обыкновенно меньше вслѣдствіе различныхъ вредныхъ сопротивленій.

Обыкновенный насосъ простаго дѣйствія снабженъ горизонтальнымъ цилиндромъ и сплошнымъ поршнемъ (черт. № 17). Когда поршень двигается по направленію отъ *C* къ *D*, то верхній клапанъ закрывается, а нижній открывается; между клапанами образуется разрѣженное пространство, вслѣдствіе чего вода подъ давленіемъ атмосферы подымается изъ *A* и наполняетъ цилиндръ. Когда же поршень двигается по направленію отъ *D* къ *C*, то нижній клапанъ закрывается, а верхній открывается и вода проталкивается черезъ нагнетательную трубу къ отверстію *B*.

Эффективная работа насоса выражается въ поднятіи воды на высоту AB , а полная равна эффективной работѣ, сложенной съ необходимой работой для преодоленія вредныхъ сопротивленій.



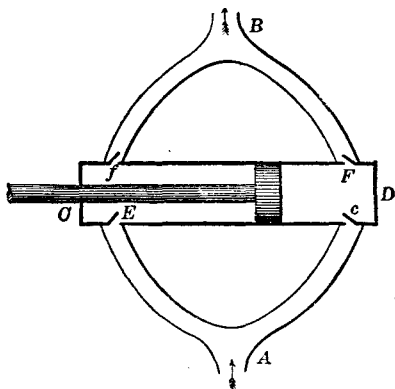
Черт. № 17.

Два цилиндра простого дѣйствія, поставленные рядомъ и сообщающіеся съ одной и той-же всасывающей и одной и той-же нагнетательной трубой, называются насосомъ дуплексъ. Въ такомъ случаѣ поршни двигаются въ противоположныхъ направленіяхъ такимъ образомъ, что въ то время когда одинъ изъ нихъ проталкиваетъ воду черезъ нагнетательную трубу, другой производитъ всасываніе. Такимъ образомъ соединяють и три цилиндра, называя эту систему насосомъ триплексъ.

Съ тѣмъ чтобы установить равномерное теченіе въ нагнетательной трубѣ и получить болѣе спокойную работу, примѣняютъ обыкновенно воздушный колпакъ, въ который вливается вода изъ насосныхъ цилиндровъ и изъ котораго вмѣстѣ съ тѣмъ выходитъ нагнетательная труба. Воздухъ въ воздушномъ колпакѣ, сжимаемый давленіемъ воды, дѣйствуетъ на подобіе подушки, смягчая всѣ толчки, и устанавливаетъ такимъ образомъ равномерное теченіе на всемъ протяженіи нагнетательной трубы.

Насосъ двойного дѣйствія нагнетаетъ воду во время обоихъ ходовъ поршня. Когда послѣдній двигается по направленію отъ C къ D (черт. № 18), то клапаны F и F открываются, въ то время какъ e и f закрываются, и струя воды идетъ по направленію $AEFB$. И обратно, когда поршень двигается по направленію отъ D къ C , то клапаны e и f открываются, а клапаны E и F захлопываются и вода

течетъ по направленію $AefB$. Здѣсь, подобно всѣмъ другимъ указаннымъ случаямъ, эффективной работой называется работа поднятія воды отъ нижняго уровня до требуемой высоты.



Черт. № 18.

Производительность насоса измѣряется наибольшимъ количествомъ воды, которое онъ можетъ поднять въ теченіи сутокъ: такъ, если говорятъ о насосѣ производительностью въ 3000000 галлоновъ, то подразумѣваютъ, что этотъ насосъ подымаетъ 3000000 галлоновъ въ 24 часа. Однако, цифры эти получаютъ смыслъ лишь тогда, когда извѣстна высота подъема воды или же сила давленія. Такъ напримѣръ, насосъ, накачивающій 3000000 галлоновъ на высоту въ 100 футовъ, будетъ имѣть производительность лишь въ 1500000 галлоновъ, если онъ накачиваетъ воду на высоту въ 200 футовъ.

Мощность насоса выражается въ лошадиныхъ силахъ, причемъ подъ лошадиной силой понимается работа въ 550 футо-фунтовъ въ секунду. Такъ, если требуется поднять 1200000 галлоновъ воды въ теченіи 24 часовъ на высоту 230 футовъ, то вѣсъ подымаемой воды въ секунду будетъ составлять 116½ фунтовъ и затрачиваемая работа 48.6 лошадиныхъ силъ. Тѣмъ не менѣе, мощность насоса должна въ значительной степени превышать указанную цифру въ виду того обстоятельства, что нѣкоторое количество работы затрачивается на преодоленіе вредныхъ сопротивленій,

обусловленныхъ протеканіемъ воды черезъ трубы и насосные цилиндры. Нѣкоторые насосы приводятся въ дѣйствіе при помощи водяной или электрической энергіи; но наиболѣе мощные изъ нихъ приводятся въ движеніе обыкновенно энергіей водяного пара. Терминъ паровой насосъ подразумѣваетъ не только водяные, но и паровые цилиндры. Паровые насосы будутъ рассмотрѣны болѣе подробно въ слѣдующемъ §.

Насосъ, поднимающій воду при помощи сжатого воздуха и вонедпній въ употребленіе съ 1890 года, представляетъ изъ себя просто трубочку, оканчивающуюся ниже уровня воды въ колодцѣ, черезъ которую нагнетается сжатый воздухъ. Послѣдній, смѣниваясь съ водой, образуетъ въ ней пузырьки. Пропитываясь воздухомъ, столбъ воды въ трубѣ становится легче столба воды той-же высоты и потому легко подымается на болѣе значительную высоту. Такимъ образомъ, возможно заставить воду, имѣющую естественный уровень на 50 футовъ и больше ниже поверхности, подняться на поверхность. Стоимость накачиванія при такой системѣ оказывается очень высокой, почему мы и не думаемъ, что она вытѣснитъ обыкновенные насосы, приводимые въ движеніе калорическими машинами или электрическими моторами. Слѣдуетъ однако отмѣтить, что при описанной системѣ накачиванія вода сильно насыщается воздухомъ, что способствуетъ улучшенію ея качества.

39. Паровой насосъ.

Паровой насосъ дѣйствуетъ при помощи пара, причемъ насосы, паровые цилиндры и котлы съ экономической точки зрѣнія должны разсматриваться какъ одно цѣлое, такъ какъ каменный уголь, употребляемый для испаренія воды въ котлахъ, составляетъ самую существенную статью расхода на операнію накачиванія. Конечно необходимо, чтобы эта система соотвѣтствовала своему назначенію—перекачкѣ въ определенное время заданнаго количества воды при требуемомъ давленіи; но кромѣ того желательно, чтобы все сооруженіе было возможно дешевле по устройству и эксплуатаціи. Здѣсь нужно замѣтить, что дешевый паровой насосъ можетъ потребовать болѣе затратъ каменнаго угля, чѣмъ

дорогой, подобно тому, какъ дешевое платье требуетъ болѣе частой починки, чѣмъ дорогое. Поэтому необходимо, кромѣ стоимости устройства, обратить серьезное вниманіе на расходъ каменнаго угля, составляющій самую важную статью въ общей смѣтѣ расходовъ при эксплуатаціи всего сооруженія.

Степень экономичности парового насоса выражается обыкновенно количествомъ футо-фунтовъ работы при затратѣ 100 фунтовъ угля. Это опредѣленіе, установленное еще Watt'омъ, примѣняется и въ настоящее время. Такъ, если говорится, что степень экономичности насоса равна 120000000 это значитъ, что этотъ насосъ можетъ произвести 120000000 футо-фунтовъ работы при сжиганіи 100 фунтовъ угля въ топкѣ паровыхъ котловъ.

Въ виду неточности этого опредѣленія относительно значенія въ немъ слова уголь, въ настоящее время пользуются другимъ болѣе точнымъ опредѣленіемъ, которое вполне совпадаетъ съ приведеннымъ выше, если подъ словомъ уголь понимается тотъ уголь, который можетъ произвести 10000 британскихъ тепловыхъ единицъ или-же 7780000 футо-фунтовъ работы. Въ паровыхъ машинахъ потребление тепловой энергіи каменнаго угля весьма неэкономично: приблизительно половина этой энергіи выходитъ въ дымовую трубу, тогда какъ около $\frac{1}{3}$ выдѣляется съ отработавшимъ паромъ; такимъ образомъ, въ общемъ утилизируется не болѣе $\frac{1}{3}$ полной его энергіи. Насосъ со степенью экономичности въ 150000000 утилизируетъ 19,3%, насосъ со степенью экономичности въ 100000000—12,9% и насосъ со степенью экономичности въ 50000000—только 6,4%. Съ увеличеніемъ степени экономичности возрастаетъ и работа на затраченный фунтъ угля. При употребленіи угля указаннаго выше качества съ насосомъ со степенью экономичности въ 150000000, 100 фунтовъ угля даютъ въ теченіи часа 75,8 лошадиныхъ силъ, тотъ-же уголь съ насосомъ со степенью экономичности въ 100000000—50,5 лошадиныхъ силъ и, наконецъ, съ насосомъ со степенью экономичности въ 50000000—25,2 лошадиныхъ силъ. Поэтому, если для полученія данной работы затрачивается 1000 фунтовъ угля съ первымъ насосомъ, то для полученія той-же работы со вторымъ нужно затратить 1500 фунтовъ и съ третьимъ—3000 фунтовъ угля. Насосы

высокой степени экономичности стоятъ обыкновенно дороже насосовъ малой степени экономичности. Въ всякомъ данномъ случаѣ производительность насоса, въ смыслѣ нагнетаемаго объема, опредѣляется количествомъ потребляемой воды; по объему-же нагнетаемой воды и требуемому давлению легко устанавливается необходимое количество лошадиныхъ силъ. Послѣ выясненія вопроса о производительности насоса и его работѣ, слѣдуетъ навести справки о цѣнахъ насосовъ и каменнаго угля въ связи съ тепловой производительностью послѣдняго. Затѣмъ должна быть обсуждена стоимость установки насоса совместно съ расходомъ по его эксплуатаціи. Только при такихъ условіяхъ удастся выбрать наиболѣе экономичную машину. Понятно, что если уголь дорогъ, то тогда выгоднѣе приобрести насосъ высокой степени экономичности, если-же, наоборотъ, уголь въ данное время дешевъ, то правильнѣе заручиться машиной низкой степени экономичности. Для примѣра возьмемъ какой-нибудь городъ, потребляющій ежедневно 2500000 галлоновъ воды, которая доставляется въ трубы подъ давлениемъ въ 50 фунтовъ на квадрат. дюймъ посредствомъ насоса, при высотѣ всасыванія въ 5 футовъ. Такъ какъ 50 фунтовъ на кв. дюймъ эквивалентны столбу воды въ 115 футовъ, то количество требуемой работы соотвѣтствуетъ количеству той работы, которая необходима для поднятія воды на 120 футовъ. Объемная производительность насоса должна была-бы равняться по меньшей мѣрѣ 5000000 галлонамъ въ день въ виду интенсивнаго потребления этой послѣдней по понедѣльникамъ; соотвѣтственно этому, максимальное количество работы должно было-бы быть равнымъ 5013000000 футо-фунтамъ въ день, а требуемая эффективная работа—приблизительно 106 лошадинымъ силамъ.

Степень экономичности въ милліонахъ фунто-футовъ.	Стоимость насоса въ долларахъ.	Проценты на капиталъ съ погашен. (7%) въ долларахъ.	Годовой рас- ходъ на уголь, считая 3 дол- лара за тонну.	Общій годовой расходъ въ долларахъ.
150	24000	1680	817	2497
140	20000	1400	876	2276
130	17000	1190	942	2132
120	15000	1150	1022	2072
110	14000	980	1114	2094
100	13000	910	1225	2135
90	12000	840	1362	2202

Таб. № 11.

Допустимъ, что стоимость насоса данной производительности и мощности, соответственно различной экономичности, дается во второмъ столбцѣ прилагаемой таблицы. Предположимъ далѣе, что проценты на затраченный капиталъ вмѣстѣ съ амортизаціей составляютъ 7% годовыхъ съ указанной суммы—они даются въ третьей колоннѣ указанной таблицы. Тогда, такъ какъ средняя производительность насоса равна 2500000 галлоновъ въ день, при напорѣ въ 120 футовъ, средняя дневная работа составитъ 2506000000 футофунтовъ въ день. Если мы умножимъ послѣднее число на 100 и раздѣлимъ его на степень экономичности, то получимъ число фунтовъ угля, сжигаемыхъ въ одинъ день; если-же мы допустимъ, что уголь стоитъ 3 доллара за тонну, то сумѣемъ вычислить годичный расходъ на уголь. Этотъ расходъ указанъ въ 4 столбцѣ приведенной таблицы. Послѣдній столбецъ заключаетъ въ себѣ сумму двухъ предыдущихъ цифръ. Изъ разсмотрѣнія этого столбца становится яснымъ, что наиболѣе выгоднымъ является паровой насосъ, со степенью экономичности въ 120000000, стоимостью въ 15000 долларовъ.

Изъ всего вынесказаннаго ясно, что такъ-же какъ и во всѣхъ другихъ случаяхъ, указанныхъ въ предыдущихъ §§, необходимо обладать знаніемъ и опытомъ для экономичнаго приобрѣтенія хорошаго насоса. Понятно, что каждый изъ насъ сумѣетъ купить насосъ, но несомнѣнно, что только опытный инженеръ сумѣетъ выбрать насосъ, который вполнѣ бы соотвѣтствовалъ даннымъ требованіямъ и работалъ-бы съ наибольшею экономичностью.

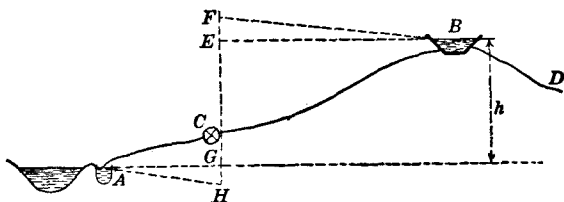
Для того, чтобы удостовѣриться въ томъ, что данный насосъ соотвѣтствуетъ предъявленнымъ къ нему требованіямъ, при покупкѣ необходимо произвести пробу его, прежде чѣмъ уплатить требуемая за него деньги. При этомъ испытаніи нужно опредѣлить тепловые свойства угля, индикаторную работу паровыхъ цилиндровъ и производительность насоса при данномъ давленіи, а также коэффициентъ полезнаго дѣйствія паровой и водяной части машины и степень экономичности всего устройства. Въ случаѣ-же, если результаты сдѣланной пробы приведутъ къ тому заключенію, что данный приборъ не соотвѣтствуетъ предъявленнымъ къ нему требованіямъ, то слѣдуетъ непременно возбудить во-

прось о пониженіи назначенной цѣны или-же о производствѣ улучшеній въ машинѣ, необходимыхъ для достиженія требуемаго результата.

40. Накачиваніе въ резервуары.

При напорной системѣ водоснабженія воду накачиваютъ либо въ распределительный резервуаръ, гдѣ она подвергается отстаиванію, либо обходятся безъ него. Въ настоящей главѣ мы будемъ говорить только о первомъ случаѣ. Общія указанія относительно устройства распределительныхъ резервуаровъ были даны еще въ § 37. Вода изъ насоса поступаетъ въ резервуаръ по трубѣ, а затѣмъ распределяется другими трубами по другимъ резервуарамъ или-же по городу. Такъ, на черт. № 19 *CD* изображаетъ трубу, идущую отъ насоса *C* къ резервуару *B*, а *BD* трубу, отводящую воду изъ резервуара.

Наиболѣе обыкновеннымъ источникомъ водоснабженія является рѣка. На самомъ ея берегу вырывается колодезь, въ который опускаютъ всасывающую трубу. Такой колодезь обкладывается обыкновенно грубой бутовой кладкой безъ цемента, для того чтобы вода могла свободно проникать въ него черезъ стѣнки и дно; при этомъ сверху, во избѣжаніе загрязненія, онъ тщательно закрывается. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ колодезь устраивается не на берегу, а въ днѣ рѣки, а иногда и на днѣ, причемъ вода проникаетъ въ него черезъ желѣзныя рѣшетки.



Черт. № 19.

Насосъ *C* располагается такимъ образомъ, чтобы вертикальная высота цилиндра надъ уровнемъ воды въ колодезѣ была меньше 30 или-же, что еще лучше, не больше 20 футовъ. Вертикальная высота резервуара *B* надъ насосомъ не

превышаетъ по большей части 300 футовъ; обыкновенно она меньше 250. Что-же касается расположенія резервуара по отношенію къ насосу и городу, то оно зависитъ, конечно, отъ топографіи мѣстности; соотвѣтственно этому опредѣляется также длина напорныхъ и распредѣлительныхъ трубъ. Мощность насоса должна быть достаточной для поднятія воды на высоту h , равную GE , разницѣ высотъ уровней воды въ колодезѣ и въ резервуарѣ, и для преодоленія вредныхъ сопротивленій, изъ которыхъ наиболѣе значительнымъ является треніе воды въ трубѣ. Оно увеличивается пропорціонально квадрату скорости теченія и потому значительно уменьшается при увеличеніи діаметра трубы. На вынеприведенномъ черт. № 19 линія CE изображаетъ высоту соотвѣтствующаго давленія въ C въ то время, когда вода не перемѣщается по трубѣ CB , а CE изображаетъ это-же давленіе во время работы насоса; изъ этого слѣдуетъ, что EF является тѣмъ давленіемъ, которое эквивалентно тренію въ нагнетательной трубѣ. Подобно этому, кажущаяся высота поднятія для всасывающей трубы есть CG , но послѣдняя, вслѣдствіе тренія, увеличивается до CH . Поэтому, эффективная мощность насоса должна быть достаточной для преодоленія полнаго давленія HF и сопротивленія его поршней и клапановъ.

Діаметръ въ футахъ.	$v = 1$	$v = 2$	$v = 3$	$v = 4$	$v = 6$	$v = 10$
0,25	0,20	0,70	1,46	2,40	5,37	—
0,5	0,09	0,32	0,70	1,14	2,46	6,22
0,75	0,05	0,21	0,45	0,73	1,57	3,94
1	0,04	0,15	0,32	0,55	1,12	2,80
1,5	0,02	0,09	0,20	0,33	0,67	1,66
2	—	0,06	0,13	0,21	0,45	1,09

Табл. № 12.

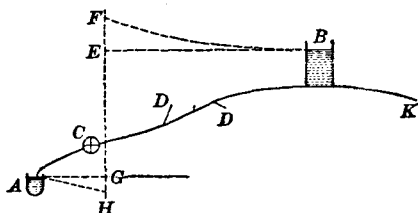
Въ трактатахъ по гидравликѣ выясняется, что напоръ тренія при средней скорости v въ трубѣ, съ длиною l и съ діаметромъ d , зависитъ отъ шероховатости внутренней поверхности трубы, отъ ея діаметра и средней скорости теченія. Въ табл. № 12 приводятся данныя о напорѣ тренія

въ чугунной трубѣ, длиною въ 100 футовъ. Имѣя эти данныя, мы легко можемъ произвести подсчетъ при любой длинѣ трубы. Скорость v выражена въ футахъ въ секунду. Допустимъ, что труба, имѣющая 12 дюймовъ въ діаметрѣ и 12570 футовъ въ длину, пропускаетъ 52850 галлоновъ въ часъ, причемъ средняя скорость равна $v=2,5$ фут. въ секунду. Въ виду того, что въ вышеприведенной таблицѣ дается напоръ тренія въ трубѣ, длиною въ 100 футовъ, въ 0,235 футовъ, мы приходимъ къ заключенію, что въ данной трубѣ напоръ есть $125,7 \times 0,235 = 29,5$ фута. Такимъ образомъ, если высота подъема равна 120 футамъ, то насосъ долженъ преодолѣвать давленіе столба воды въ 149,5 фута. Для болѣе яснаго представленія о вліяніи размѣра трубы на силу насоса предположимъ, что требуется поднять 500000 галлоновъ въ часъ на высоту въ 230 футовъ отъ колодца A въ резервуаръ B ; полная длина трубы—4200 футовъ. Въ данномъ случаѣ труба пропускаетъ 1,86 куб. фута въ секунду, т. е. около 116 фунтовъ, для чего требуется при высотѣ въ 230 футовъ насосъ, мощностью въ 48,2 лошадиныхъ силъ. Если взять трубу съ діаметромъ въ 6 дюймовъ, то средняя скорость будетъ равна 9,47 фута въ секунду, а напоръ тренія, согласно таблицѣ, 233 футамъ, т. е. немного больше высоты подъема. Слѣдовательно, дѣйствительная мощность насоса должна быть равной 97 лошадинымъ силамъ. Если-же взять трубу съ діаметромъ въ 42 дюймовъ, то средняя скорость будетъ равна 2,37 фута въ секунду, напоръ тренія, согласно таблицѣ № 12, 8,9 фута и необходимое количество лошадиныхъ силъ 50,2. Изъ даннаго примѣра преимущество трубы съ большимъ діаметромъ вполне очевидно. Вообще говоря, во всякомъ отдѣльномъ случаѣ слѣдуетъ выбирать діаметръ трубы подъ условіемъ минимальныхъ годовыхъ расходовъ, въ которыхъ надо принять во вниманіе не только стоимость эксплуатаціи всего сооруженія, но также проценты на затраченный капиталъ и амортизацію.

41. Непосредственное накачиваніе.

Во второмъ случаѣ напорной системы насосъ накачиваетъ воду непосредственно въ главную водопроводную трубу, обслуживающую данный городъ. Этотъ способъ видоиз-

мѣняется слѣдующимъ образомъ: 1) часть воды направляется въ танкъ, вмѣстимость котораго настолько велика, что даетъ возможность пріостанавливать работу насоса въ продолженіи нѣсколькихъ часовъ или даже цѣлаго дня; 2) на главной водопроводной магистрали около насоса устанавливается напорная колонна, которая вмѣщаетъ количество воды, достаточное для удовлетворенія потребностей въ случаѣ прекращенія работы на одинъ или два часа и 3) насосъ помимо танка и напорной колонны накачиваетъ воду непосредственно въ сѣть.



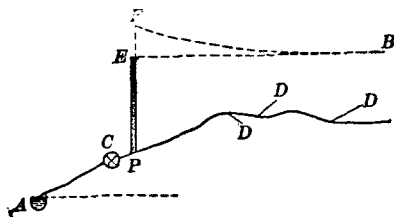
Черт. № 20.

Способъ накачиванія при пользованіи танкомъ изображенъ на черт. № 20, гдѣ *A*—колодезь при насосѣ, *C*—насосъ, *CB*—труба, идущая къ танку и проходящая черезъ весь городъ, и *D*—боковыя трубы, доставляющія воду въ различныя улицы города. Если-бы вода не расходовалась на пути *CB*, а распределительная труба *K* отводила воду изъ танка *B*, то эта система соотвѣтствовала-бы той, которая была уже описана въ предыдущемъ §. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ вода доставляется сразу и по магистрали изъ насоса, и изъ танка; тогда образуется смѣшанная система. Разница между двумя названными случаями не велика, поскольку рѣчь идетъ о мощности и производительности насоса. Въ каждомъ изъ нихъ *GE* есть высота подъема, а *HE* полный эффективный напоръ, который долженъ преодолѣвать данный насосъ.

Способъ накачиванія съ напорной колонной, изображенный на черт. № 21, заключается въ нагнетаніи воды въ вертикальную трубу *PE* вплоть до ея заполненія. Здѣсь столбъ воды *PE* оказываетъ необходимое давленіе для распределенія воды по трубамъ. Напорную колонну лучше всего помѣщать около насоса, такъ какъ въ такомъ случаѣ труба играетъ роль воздушнаго колпака, смягчая всѣ

удары: именно, когда протекающая вода встрѣчаетъ внезапно какое-нибудь препятствіе она подымается въ трубѣ, вмѣсто того чтобы производить ударъ въ насосномъ цилиндрѣ. Подобно сказанному выше, EF представляетъ здѣсь напоръ тренія въ уличныхъ трубахъ, расположенныхъ дальнѣе P . Если насосъ временно перестаетъ работать, то уровень воды въ E тотчасъ же понижается по мѣрѣ потребления, а спустя нѣкоторое время, понижается и давленіе въ уличныхъ трубахъ.

Если-же мы упразднимъ на черт. № 20 танкъ или на черт. № 21 напорную колонну, то мы получимъ иллюстрацію третьяго метода накачиванія. Въ данномъ случаѣ регулированіе работы насоса производится давленіемъ накачиваемой воды при помощи тяжелаго, движущагося по вертикальному направленію, поршня или какого-либо другого подходящаго приспособленія. При этомъ скорость движенія насоса обусловливается величиной потребления воды: если потребленіе воды велико, то насосъ долженъ двигаться быстро и наоборотъ. Во всякомъ случаѣ, каково-бы ни было потребленіе воды, регулированіе должно неизмѣнно поддерживать въ трубахъ такое давленіе, которое соотвѣтствуетъ линіи BE . Изъ этого слѣдуетъ, что необходимо имѣть двойной комплектъ насосовъ, такъ какъ въ противномъ случаѣ при порчѣ насоса городъ рискуетъ остаться временно безъ всякой воды.



Черт. № 21.

Подсчетъ мощности насоса, который долженъ доставлять максимальный часовой расходъ, производится одинаково при всѣхъ перечисленныхъ методахъ и отличается отъ указанныхъ въ предыдущемъ § способовъ линій въ отношеніи напора тренія. Послѣдніи при непосредственномъ накачи-

ваши значительно меньше въ силу того, что скорость теченія воды въ магистральныхъ уменьшается по мѣрѣ удаленія отъ насоса. Напоръ *СЕ* опредѣляется тѣмъ давленіемъ, которое должно поддерживаться въ трубахъ; такъ, если требуется 100 фунтовъ давленія на квадрат. дюймъ, то напоръ будетъ равенъ 230 футамъ. Средняя скорость въ точкѣ *С* или *Р* опредѣляется по данному потребленію и размѣру трубы; послѣ этого, съ помощью таблицы, приведенной въ послѣднемъ §, легко опредѣляется уже и напоръ тренія. Въ сущности, въ обыкновенное время расходуется всего лишь половина или даже одна треть расчетнаго количества воды, зато во время пожаровъ притокъ воды такъ сильно концентрируется въ нѣсколькихъ трубахъ, что напоръ отъ тренія достигаетъ вполнѣ расчетной величины.

Такимъ образомъ, при проектированіи лучше взять напоръ тренія съ запасомъ; тогда какъ при изслѣдоваши существующаго водопровода слѣдуетъ подсчитывать его болѣе точно. Если уличныя трубы имѣютъ большіе размѣры, то напоръ тренія бываетъ обыкновенно незначителенъ, если-же, наоборотъ, размѣръ трубъ малъ, то треніе можетъ оказаться очень значительнымъ.

Методъ непосредственнаго накачиванія съ напорной колонной или безъ нея примѣняется въ городахъ съ ровной поверхностью и широко распространенъ въ стеной полосѣ центральныхъ штатовъ. Въ 1897 году, въ Чикаго находилось больше 30 насосовъ, расположенныхъ въ 7 различныхъ пунктахъ, которые накачивали воду изъ озера Мичиганъ для снабженія всего города. Производительность всѣхъ насосовъ равнялась 3580 00000 галлоновъ въ день, причемъ одинъ изъ нихъ накачивалъ воду въ резервуаръ небольшого объема, тогда какъ на 2 станціяхъ находились напорныя колонны, высотой въ 138 и 167 футовъ. Такимъ образомъ, большая часть работы производилась посредствомъ третьяго способа непосредственнаго накачиванія. Въ мѣстностяхъ съ соотвѣтствующей поверхностью предпочтительно примѣняется накачиваніе въ танкъ или распредѣлительный резервуаръ, въ виду образующагося этимъ путемъ небольшого запаса воды на случай какихъ-либо затруднительныхъ обстоятельствъ. Само собой разумѣется, что ни на одну изъ названныхъ системъ нельзя

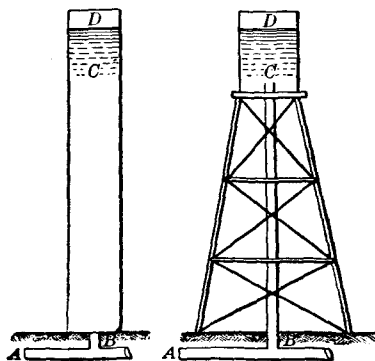
указать, какъ на безусловно болѣе выгодную и экономичную; инженеръ долженъ выбрать въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ такую систему или-же такую комбинацію системъ, которая соотвѣтствовала-бы даннымъ условіямъ и давала бы наименьшій годовой расходъ по уплатѣ процентовъ на строительный капиталъ, на амортизацію и эксплуатацію.

42. Танки и напорныя колонны.

Когда танки строятся изъ камня, то ихъ поперечному сѣченію придаютъ форму прямоугольника, причемъ понятно, что стѣнки должны имѣть достаточную толщину для того, чтобы выдерживать боковое давленіе воды. Если глубина воды превышаетъ 10—15 футовъ, то устройство танка обходится очень дорого, такъ какъ стѣнки его, какъ было сказано выше, должны быть очень толстыми и требуютъ поэтому затраты большого количества матеріала. Если-же требуемая высота превышаетъ указанныя нормы, то устройство танка съ круглымъ поперечнымъ сѣченіемъ является болѣе цѣлесообразнымъ. Въ данномъ случаѣ, въ качествѣ матеріала служатъ листы стали или желѣза, соединенные между собой заклепками на подобіе стальныхъ водопроводныхъ трубъ. Эти танки соединяются съ каменнымъ основаніемъ посредствомъ желѣзныхъ угольниковъ, причемъ само собою разумѣется, что всѣ скрѣпленія и соединенія должны быть непроницаемы для воды. Сверху танки оставляются обыкновенно открытыми, хотя было-бы лучше устраивать надъ ними крышу, съ тѣмъ чтобы препятствовать разрастанію водорослей, которое всегда успѣшнѣе подъ вліяніемъ солнечныхъ лучей. Въ холодныхъ странахъ желательнѣе помѣщать танки внутри деревяннаго или каменнаго зданія, въ цѣляхъ уменьшенія возможности замерзанія воды. Высота танка зависитъ какъ отъ давленія, которое должно быть поддержано въ трубахъ, такъ и отъ высоты холма, на которомъ онъ устраивается; діаметръ-же опредѣляется соотвѣтственно необходимому количеству требуемой запасной воды. Танки, имѣющіе больше 50 футовъ въ діаметръ и 60 футовъ въ высоту, встрѣчаются рѣдко; при такихъ размѣрахъ танкъ вмѣщаетъ около 880000 галлоновъ и этого количества достаточно для снабженія города съ населеніемъ въ 9000 въ

теченіи цѣлаго дня. Танки меньшаго діаметра могутъ имѣть и болыіе 60 футовъ въ высоту, такъ какъ толщина стальныхъ листовъ уменьшается вмѣстѣ съ діаметромъ; танкъ, имѣющій 30 футовъ въ діаметръ и 100 футовъ въ высоту, вмѣщаетъ 490000 галлоновъ.

Напорная колонна можетъ быть также устроена изъ стальныхъ листовъ, совершенно на подобіе танка, только съ тою разницей, впрочемъ, что ея діаметръ дѣлается обыкновенно меньше, а высота значительно больше. Наиболѣе



Черт. № 22.

высокія напорныя колонны имѣютъ около 250 фут. въ высоту; но количество колоннъ, имѣющихъ болѣе 200 футовъ въ высоту, очень незначительно. Такъ какъ назначеніе напорной колонны заключается скорѣе въ поддержаніи давленія, чѣмъ въ сохраненіи запасной воды, то понятно, что высота ея является элементомъ болѣе важнымъ, чѣмъ ея діаметръ. Вода, находящаяся въ нижней части коллоны, не можетъ служить запасомъ, такъ какъ при пониженіи уровня воды до основанія давленіе въ трубахъ обратится въ нуль. Поэтому чаще принимается конструкція, показанная на правой сторонѣ (черт. № 22). Основаніемъ для напорной колонны *CD* служить здѣсь раскосная башня; вода въ нее доставляется по вертикальной трубѣ *AB*. Давленіе, производимое въ *B* столбомъ воды *BD*, одинаково въ обоихъ случаяхъ, съ той разницей, однако, что во второмъ случаѣ только вода въ *CD* можетъ служить запасомъ.

Толщина листовъ въ напорной колоннѣ увеличивается обыкновенно по направленію отъ вершины къ ея основанію, такъ какъ въ томъ-же направленіи возрастаетъ и давленіе воды.

Подсчетъ толщины стѣнокъ совершенно сходенъ съ подсчетомъ толщины стѣнокъ водопроводной трубы при данномъ давленіи. Если h есть напоръ въ футахъ, то давленіе, выраженное въ фунтахъ на квадр. дюймъ, есть $p = 0,434 h$. Въ прикладной механикѣ доказывается, что для расчета крѣпости трубы на разрывъ по образующей можно пользоваться уравненіемъ $2St = pd$. Здѣсь d есть діаметръ трубы, t толщина стѣнки (то и другое выражено въ дюймахъ), а S допускаемое напряженіе на растяженіе. Для чугуна 2000 фунтовъ на квадр. дюймъ есть безопасное значеніе величины S ; но для трубъ изъ стали средняго качества, съ ослабленіемъ швомъ на 30%, можно принять $S = 900$ фунтамъ на квадр. дюймъ. Такъ, если на черт. № 22 напоръ BD надъ основаніемъ стальной трубы равенъ 80 футамъ и труба имѣетъ 20 футовъ въ діаметрѣ, то толщина листовъ должна равняться $\frac{1}{2}$ дюйму, причемъ на серединѣ высоты толщина листа должна быть вдвое меньше. Что-же касается второй схемы, то если чугунная труба BC имѣетъ 18 дюймовъ въ діаметрѣ, то теоретически ея толщина стѣнокъ въ $\frac{1}{8}$ дюйма совершенно достаточна для противодѣйствія давленію, но въ виду напряженія, которому эти трубы подвергаются во время перевозки и установки, стѣнки ихъ дѣлаются толще, чѣмъ полагается по такому расчету. При расчетахъ танка и напорной колонны слѣдуетъ также принимать во вниманіе и давленіе вѣтра. Извѣстно нѣсколько случаевъ разрушенія танковъ и напорныхъ колоннъ, обусловленныхъ дѣйствіемъ вѣтра, скопленіемъ льда по близости отъ ихъ вершины, а также недоброкачественнымъ матеріаломъ или плохимъ исполненіемъ. Замѣтимъ, что разрушительное дѣйствіе бурь сильнѣе сказывается на пустыхъ колоннахъ, чѣмъ на тѣхъ изъ нихъ, которыя наполнены водой; въ виду этого обстоятельства, съ цѣлью предохраненія отъ поврежденія вѣтромъ, высокія колонны укрѣпляются часто стальными канатами. Паденіе толстаго слоя льда, образовавшагося у вершины, послѣ опусканія уровня воды, можетъ также служить причиной поврежденія напорныхъ колоннъ. Самая высокая

колонна изъ всѣхъ, когда-либо построенныхъ, находилась въ Гревсендѣ, штатъ Нью-Йоркъ; высота ея была 250 футовъ, діаметръ у основанія 16 и у вершины 8 футовъ; во время первой пробы, когда вода поднялась на высоту 227 футовъ, у самага основанія образовалась трещина и спустя минуту вся постройка рушилась. Напорныя колонны, устанавливаемые по близости отъ насосовъ, строятся въ настоящее время гораздо рѣже, такъ какъ методъ непосредственнаго накачиванія усовершенствовался настолько, что оказалось возможнымъ регулировать притокъ и безъ пользованія ими. Вмѣстѣ съ тѣмъ, въ случаѣ примѣненія колоннъ, чаще пользуются вторымъ типомъ (черт. № 22, съ правой стороны), причемъ раскосную подставку выполняютъ тогда изъ дерева съ желѣзными скрѣпленіями. Въ тѣхъ-же случаяхъ, когда желательно имѣть запасъ воды во время пріостановки работы насоса на нѣсколько часовъ, прибѣгаютъ къ устройству металлическихъ танковъ на каменныхъ или на бетонныхъ основаніяхъ.

43. Уличные трубы и пожарные краны.

Первоначальнымъ матеріаломъ для уличныхъ трубъ служили въ Соединенныхъ Штатахъ древесные стволы съ продольнымъ сверленіемъ, діаметромъ въ 2—3 дюйма; такого рода трубы соединялись между собой фальцемъ. Затѣмъ вошли въ употребленіе чугунныя трубы, которымъ теперь отдають предпочтеніе передъ всякими другими. Стальныя клепанныя трубы не могутъ, вообще говоря, конкурировать по своей экономичности съ чугунными, за исключеніемъ развѣ тѣхъ случаевъ, когда въ водопроводной сѣти требуются трубы большаго діаметра. Деревянныя трубы, сдѣланныя изъ бочарныхъ досокъ и скрѣпленныя желѣзными обручами, примѣнялись въ качествѣ уличныхъ трубъ лишь нѣкоторыми городами.

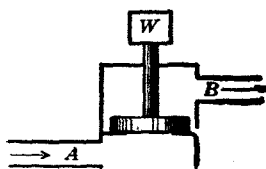
Чугунныя трубы дѣлаются различной толщины, соотвѣтственно діаметру и давленію, которое они должны выдерживать. Такъ напримѣръ, трубѣ съ діаметромъ въ 6 дюймовъ придается толщина въ 0,41—0,45 дюйма, соотвѣтственно давленію въ 100—200 фунтовъ; трубы, съ діа-

метромъ въ 12 дюймовъ, при толщинѣ въ 0,53—0,60 дюйма, и трубы, съ діаметромъ въ 24 дюйма, при толщинѣ въ 0,76—0,96 дюйма, выдерживаютъ такое-же самое давленіе. Онѣ отливаются длиною въ 12 футовъ, причемъ каждая изъ нихъ имѣетъ на одномъ концѣ раструбъ. При укладкѣ гладкій конецъ одной трубы помѣщается въ раструбъ сосѣдней, а промежутокъ забивается паклей и затѣмъ заливается сверху свинцомъ. Переходъ отъ трубы одного діаметра къ трубѣ другого діаметра выполняется при помощи спеніальныхъ фасонныхъ частей. Такія же спеціальныя фасонныя части небольшой длины укладываются на мѣстахъ измѣненія направленія, отвѣтвленій и задвижекъ. На углахъ улицъ устраиваются разборные краны (гидранты), которые соединяются съ уличными магистральями трубой, имѣющей не меньше 6 дюймовъ въ діаметрѣ, съ цѣлью возможнаго уменьшенія сопротивленія, обусловленнаго треніемъ. Вентили, которые закрываютъ уличные краны, должны имѣть медленное движеніе, ибо при быстромъ закрываніи вода можетъ производить сильныя удары. Если около гидранта въ трубѣ наблюдается высокое давленіе, то къ такому гидранту присоединяются два или три пожарныхъ рукава, причемъ всѣ они могутъ выбрасывать достаточно хорошую струю. Въ такомъ случаѣ можно обойтись и безъ пожарнаго насоса. Высокимъ давленіемъ считается давленіе, не меньше 80 фунтовъ на квадр. дюймъ. Уже при давленіи въ 80 фунтовъ, пожарный рукавъ, длиною въ 50 футовъ и снабженный гладкимъ наконечникомъ съ дюймовымъ отверстіемъ, можетъ выбрасывать въ минуту до 245 галлоновъ на высоту 85 футовъ, причемъ нѣкоторыя отдѣльныя струйки поднимаются даже на высоту 130 футовъ. При присоединеніи къ такому гидранту 2—3 пожарныхъ рукавовъ, расходъ и высота струи для каждаго рукава будутъ меньше, чѣмъ при дѣйствіи однимъ рукавомъ, что объясняется увеличеніемъ вредныхъ сопротивленій и паденіемъ давленія въ трубѣ около гидранта, вслѣдствіе возрастанія скорости теченія. Слѣдующія цифры, полученныя изъ опытовъ Грениппа, показываютъ, какіе результаты получаютъ при различныхъ давленіяхъ у гидранта при присоединеніи къ нему хорошаго резинового рукава въ 100 футовъ длины, снабженнаго гладкимъ наконечникомъ съ дюймовымъ отверстіемъ.

Давленіе въ фунтахъ на кв. дюймъ.	20	40	60	80	100
Расходъ въ галлонахъ въ минуту	117	167	205	236	263
Вертикальная высота струи въ футахъ	27	52	72	82	89
Горизонтальное разстояніе въ футахъ	31	48	60	70	76

Табл. № 13.

Приведенныя высоты и разстоянія, которыхъ достигаютъ струя, относятся къ главной массѣ воды при умѣренномъ вѣтрѣ, тогда какъ отдѣльныя струи попадаютъ значительно дальше. Съ рукавомъ худшаго качества эффектъ получается соотвѣтственно хуже. Понятно также, что съ увеличеніемъ длины рукава расходъ воды и высота струи будутъ уменьшаться. Значеніе высокаго давленія при тушеніи пожаровъ, какъ это ясно видно изъ приведенной таблицы № 13, имѣетъ огромное значеніе и городъ, располагающій системой водоснабженія съ высокимъ давленіемъ, можетъ считаться обезпеченнымъ на случай пожара, не имѣя необходимости затрачивать деньги на приобрѣтеніе пожарныхъ насосовъ. Однако, и высокое давленіе имѣетъ недостатки: во-первыхъ, трубы должны быть толще тѣхъ, которыя примѣняются при умѣренномъ давленіи, что въ значительной степени увеличиваетъ ихъ стоимость; во-вторыхъ, вмѣстѣ съ высокимъ давленіемъ возрастаетъ и расходъ воды, такъ какъ чѣмъ выше давленіе, тѣмъ больше и непроизводительная трата воды, обусловленная ея просачиваніемъ и неаккуратностью обывателя. Кроме того, если часть города расположена на холмѣ, то поддерживаніе въ этой части высокаго давленія требуетъ установленія чрезмѣрнаго давленія и въ другихъ его частяхъ; въ послѣднемъ случаѣ для уменьшенія такого нецѣлесообразнаго давленія прибѣгаютъ къ особымъ



Черт. № 23.

приборамъ. Принципъ дѣйствія такого рода прибора легко выяснитъ изъ черт. № 23. Давленіе въ трубѣ A, положимъ, равно 100 фунтамъ на квадрат. дюймъ, а грузъ W производитъ на каждый квадрат. дюймъ поршня давленіе въ 40 фунтовъ; такимъ образомъ, очевидно,

что давленіе въ трубѣ *B* не можетъ превысить 60 фунтовъ на квадр. дюймъ. Если вода расходуется въ любомъ мѣстѣ на протяженіи трубы *B*, то давленіе въ послѣдней становится тотчасъ-же ниже 60 фунтовъ на квадр. дюймъ, вслѣдствіе чего поршень поднимается и вода течетъ по направленію отъ *A* къ *B* до тѣхъ поръ, пока не возстановится прежнее давленіе. Разность давленія можетъ регулироваться по желанію перемѣной груза *W*. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ вмѣсто груза употребляютъ также пружину или рычагъ.

При примѣненіи системы непосредственного накачиванія, регулированіе давленія можетъ производиться въ извѣстныхъ предѣлахъ на насосной станціи. Ночью, съ цѣлью предупрежденія непроизводительной траты воды, давленіе должно быть понижено, причемъ необходимо принять мѣры для того, чтобы оно могло быть моментально-же повышено дежурнымъ при маневрѣ въ случаѣ пожара. Какъ-бы то ни было, но необходимо, чтобы были предусмотрѣны всякаго рода случайности.

44. Водомѣры и домовыя трубы.

Количество воды, потребляемое городомъ въ теченіи одного дня, опредѣляется при гравитаціонной системѣ измѣреніемъ пониженія уровня въ распределительномъ резервуарѣ въ то время, когда онъ только расходуетъ, а не получаетъ воду; зная пониженіе и площади поперечныхъ сѣченій резервуара на всякой высотѣ, можно легко вычислить объемъ израсходованной воды. При напорной системѣ расходъ воды опредѣляется объемомъ цилиндровъ насоса и количествомъ ходовъ поршней. Существуетъ также аппаратъ, извѣстный подъ названіемъ водомѣра Вентури, который, будучи установленъ въ водопроводной сѣти, непрерывно отмѣчаетъ количество израсходованной воды, такъ что даетъ возможность подсчитать расходъ въ теченіи минуты, часа и цѣлаго дня.

Водомѣры, опредѣляющіе расходъ воды, употребляются часто на фабрикахъ и въ гостинницахъ; кромѣ того, нѣкоторые города примѣняютъ эту систему контроля и въ частныхъ квартирахъ, въ виду установленнаго факта, что такимъ образомъ значительно уменьшается непроизводитель-

ная трата воды. Обыкновенно, потребитель вносить известную годовую плату за пользование водой, но в данном случае ему приходится оплачивать каждый галлонъ, почему краны не оставляются открытыми дольше, чѣмъ это необходимо. Всюду, гдѣ употребляются водомѣры, констатируютъ значительное уменьшеніе расхода воды. Такъ напримѣръ, въ Гобокенѣ, штатъ Нью-Джерсей, въ 1883 году было 2700 разборныхъ вѣтокъ, изъ которыхъ только 47 были снабжены водомѣрами; среднее потребление воды въ день достигало 120 галлоновъ на человѣка. Въ 1888 году было уже 5600 разборныхъ вѣтокъ, изъ которыхъ 2667 имѣли водомѣры. Дневное потребление упало до 55 галлоновъ на человѣка.

Количество пропущенной черезъ водомѣръ воды отмѣчается на рядѣ циферблатовъ стрѣлками, соединенными съ системой зубчатыхъ колесъ. Эти послѣднія приводятся во вращательное движеніе отъ той части аппарата, которая перемѣщается подъ дѣйствіемъ протекающей воды. Наиболѣе надежнымъ считается поршневой счетчикъ. Въ немъ подвижной частью являются два поршня, которые, каждый въ отдѣльномъ цилиндрѣ, постоянно перемѣщаются въ противоположныхъ направленіяхъ. Очевидно, что объемъ пропущенной воды пропорціоналенъ числу ходовъ этихъ поршней. Въ счетчикахъ другого рода приводится во вращательное или колебательно-вращательное движеніе особаго рода колесо, устроенное и установленное такъ, что число его оборотовъ пропорціонально объему протекающей воды. Всякій счетчикъ передъ установкой долженъ быть обязательно испытанъ.

Въ частныя квартиры вода доставляется изъ уличной трубы черезъ желѣзную трубу, съ внутреннимъ діаметромъ въ 1 дюймъ;—эта труба соединяется съ уличной посредствомъ патрубка, имѣющаго въ діаметрѣ не больше $\frac{3}{4}$ дюйма. Патрубокъ устанавливается въ сѣтъ водопроводнымъ обществомъ, а домохозяинъ прокладываетъ уже трубу черезъ свой подвалъ, проводитъ ее тамъ-же черезъ счетчикъ, если послѣдній имѣется, а затѣмъ устраиваетъ соответствующія развѣтвленія, идущія въ прачечную, кухню и ванну. Всѣ названныя трубы должны быть сдѣланы изъ мягкаго желѣза, такъ какъ свинцовыя трубы дѣйствуютъ вреднымъ образомъ на качество воды и, кромѣ того, подвергаются порчѣ отъ крысъ, которыя прогрызаютъ въ нихъ

дыры. За исключеніемъ тѣхъ случаевъ, когда труба должна быть почему либо проложена горизонтально подъ поломъ, всѣ названныя трубы должны быть на виду, для того чтобы доступъ къ нимъ былъ всегда свободенъ на случай исправленія или расширенія водопроводной сѣти. Въ кухнѣ и ванной можно прокладывать бронзированные и гальванизированныя трубы или-же мѣдныя въ томъ случаѣ, если нѣсколько увеличенный расходъ не окажется обременительнымъ. Въ кухнѣ вода приводится въ вертикальный цилиндрическій котелъ, изъ дна котораго отводится трубка черезъ водяной бакъ, заѣланный въ печкѣ, а затѣмъ изъ послѣдняго возвращается обратно. Вода, нагрѣваясь въ этой трубкѣ, поднимается въ верхнюю часть котла и оттуда отводится въ ванну и къ чану для мытья посуды. Освободившееся пространство въ котлѣ заполняется опять холодной водой, которая опускается на дно котла, затѣмъ проходитъ черезъ трубку въ днѣ, нагрѣвается и поднимается опять наверхъ. Въ клозетахъ вода поднимается въ промывательные баки, причемъ наполненіе баковъ производится автоматически, при помощи поплавка.

Въ квартирѣ, состоящей изъ 10—12 комнатъ, достаточно будетъ слѣдующихъ крановъ: 6 крановъ въ прачечной—3 для холодной и 3 для горячей воды, затѣмъ, по 2 крана—1 для холодной и 1 для горячей воды—у чана для мытья посуды, въ кухнѣ, въ ваннѣ и у двухъ умывальниковъ. Всѣ чаны и баки должны быть непременно снабжены сливной трубой. При такомъ устройствѣ квартиронаниматель долженъ уплачивать отъ 10—15 долларовъ въ годъ, сколько бы онъ не тратилъ воды. При счетчикѣ уплачивается обыкновенно отъ 10—15 центовъ за 1000 галлоновъ. Для семейства, состоящаго изъ десяти человѣкъ, при ежедневномъ потребленіи въ 50 галлоновъ на каждого члена семьи, уплата по счетчику будетъ экономичнѣе, чѣмъ уплата за годъ, огульно.

Работа по сооруженію водопровода, наконецъ, закончена и вода проведена въ жилища. Сборный резервуаръ собираетъ всю стекающую съ его бассейна воду, которая затѣмъ направляется въ распреѣлительный резервуаръ, или же, можетъ быть, въ тотъ-же самый резервуаръ, при помощи насоса нагнетается рѣчная вода. Качество воды улучшается аэраціей, осажденіемъ и естественной фильтраціей, или въ сомнительномъ случаѣ вода очищается либо искусст-

венной фильтращей, либо какимъ-нибудь механическимъ способомъ. Обильное количество воды подъ достаточнымъ давлениемъ наполняетъ уличныя трубы, обезпечивая на случай пожара и давая возможность содержать улицы въ должной чистотѣ. Въ садахъ устроены фонтаны и всѣ лужайки остаются зелеными во время засухи. Въ домахъ изъ открытыхъ крановъ льется чистая, искрящаяся вода, приносящая силу и здоровье всѣмъ ихъ обитателямъ. Получивъ подобные результаты, санитарный инженеръ оканчиваетъ первую часть своей строительной работы. Но за нею тотчасъ-же слѣдуетъ и вторая, такъ какъ свѣжая и чистая вода загрязняется черезъ употребленіе; вторая задача инженера заключается, слѣдовательно, въ удаленіи загрязненной воды и нечистотъ изъ города такимъ образомъ, чтобы и этимъ способствовать оздоровленію данной мѣстности.

Глава II.

Канализація.

45. Историческія замѣтки.

Органическіе отбросы въ домашнемъ хозяйствѣ состоятъ изъ мусора и нечистотныхъ водъ. Къ первому принадлежатъ кухонные отбросы, какъ-то: куски овощей, мяса, костей и т. д.; ко вторымъ-же загрязненныя жидкости изъ ванны, прачечной, кухни и ватеръ-клозета, которыя состоятъ въ свою очередь изъ воды съ примѣсью мыла, животныхъ и растительныхъ остатковъ, мочи и экскрементовъ. Старинные способы обезвреживанія всѣхъ этихъ нечистотъ, которымъ слѣдуетъ еще и понынѣ большая часть всего человѣчества, заключаются въ выбрасываніи ихъ на землю, гдѣ онѣ разлагаются, удобряя ее, затѣмъ въ зарываніи ихъ въ землю, въ выбрасываніи ихъ въ рѣки и, наконецъ, въ сжиганіи. Земля, воздухъ, вода и огонь являются естественными деодоризаторами и очистителями разлагающейся органической матеріи. Такъ, воздухъ и вода доставляютъ кислородъ, который вмѣстѣ съ дѣятельными бактеріями превращаетъ эту разлагающуюся органическую матерію въ безвредныя вещества; земля совмѣстно съ воздухомъ производитъ очищеніе нечистотныхъ водъ, подобно тому какъ фильтръ очищаетъ проходящую черезъ него воду; огонь-же непосредственно окисляетъ или же уничтожаетъ какъ разлагающіеся отбросы, такъ и сопровождающія ихъ вредныя бо.ѣзнетворныя бактеріи. Въ сущности, всѣ современные способы обезвреживанія отбросовъ и нечистотныхъ водъ основаны на научномъ примѣненіи названныхъ свойствъ земли, воздуха, воды и огня.

Дикій и некультурный человекъ складываетъ свои отбросы въ кучу около своей палатки или хижины и когда эта куча достигаетъ такихъ размѣровъ, что причиняетъ беспокойство и заболѣванія, онъ переноситъ свое жилище въ другую мѣстность. Цивилизованный человекъ удаляетъ отбросы немедленно отъ своего жилья, охраняя такимъ образомъ окружающіе его воздухъ и землю отъ загрязненія. Цѣль канализаціи заключается въ удаленіи жидкихъ нечистотъ изъ города. Водопроводъ доставляетъ городу чистую воду, канализація же удаляетъ изъ него ту-же воду, испорченную органическими отбросами. Чистая вода приводится въ городъ одной большой водопроводной трубой, развѣтвляющейся затѣмъ въ сѣть уличныхъ трубъ, которыя въ свою очередь дѣлятся на цѣлый рядъ болѣе мелкихъ трубъ, снабжающихъ водой всѣ дома въ городѣ. Загрязненная вода или нечистоты выводятся изъ домовъ черезъ маленькія трубы, которыя соединяются съ трубами большого размѣра, проложенными вдоль улицъ; послѣднія впадаютъ въ большой коллекторъ, выбрасывающій нечистоты на безопасномъ для города разстояніи. Изъ этого ясно, что для успѣшной своей работы канализація требуетъ наличности водопровода.

Дамаскъ, одинъ изъ древнѣйшихъ городовъ въ свѣтѣ, называемый своими современниками чудеснымъ земнымъ раемъ, имѣлъ обильное водоснабженіе изъ рѣки Абана, въ которую вмѣстѣ съ тѣмъ сплавлялись и отбросы съ улицъ и изъ жилищъ. Нинивія и Іерусалимъ пользовались сводчатыми каналами или коллекторами еще въ ранній періодъ своего существованія. Въ Римѣ въ 558 году до Р. Х. былъ построенъ большой коллекторъ, называемый *Cloaca maxima*, для дренированія долины Форума. Этотъ коллекторъ имѣетъ 32 фута въ высоту и 500 футовъ его длины работаютъ и въ настоящее время. Позднѣе Римъ построилъ еще много коллекторовъ для удаленія воды, получаемой изъ его экстенсивной системы акведуковъ, почему Плиній говоритъ о немъ какъ о городѣ, построенномъ на аркахъ. Эти старинныя водосточныя трубы, подобно современнымъ, преслѣдовали двоякую цѣль: 1) собираніе осадковъ и воды засоренныхъ ручьевъ и 2) удаленіе загрязненной воды. Подземная труба, проложенная для первой цѣли, называется просто дренажемъ;

Если же она принимаетъ нечистоты, то къ ней примѣняютъ названіе водосточной трубы или коллектора. Выполненіе дрена обыкновенно очень примитивно: чане всего оно заключается въ возведеніи стѣнокъ и арки надъ ручьемъ; коллекторъ же долженъ быть непроницаемымъ для воды, для того чтобы находящіяся въ немъ нечистоты не могли просачиваться въ почву и загрязнять ее. Въ Лондонѣ дрена существовали еще въ 17 и 18 столѣтіи; но до 1815 года было разрѣшено спускать въ нихъ только кухонные отбросы. Возникновеніе настоящей канализаціи Лондона относится къ 1847 году, когда дрена были настолько улучшены и количество ихъ настолько увеличено, что сплавленіе въ нихъ всѣхъ нечистотъ стало даже обязательнымъ. До 1850 года способъ удаленія нечистотъ изъ городовъ ничѣмъ не отличался отъ того способа, которымъ пользуются въ деревнѣ и въ настоящее время. Кухонные отбросы выбрасывались на улицы и вывозились на поля, гдѣ они разлагались и просачивались въ почву, тогда какъ нечистоты изъ ватеръ-клозетовъ и отхожихъ мѣстъ выливались въ помойныя ямы, изъ которыхъ онѣ просачивались въ почву или же вывозились черезъ опредѣленные промежутки времени.

Устройство помойныхъ ямъ, имѣло цѣлью оставлять въ нихъ нечистоты какъ можно дольше; дѣйствительно, онѣ извлекались изъ ямъ, когда причиняли уже явный вредъ своимъ присутствіемъ. Вслѣдствіе этого обычая почва въ городахъ загрязнялась, вода въ колодцахъ заражалась и въ результатѣ получались эпидемическія заболѣванія. Непроницаемая для воды помойныя ямы, которыя вычищаются только въ холодную погоду, могутъ быть примѣнены въ деревняхъ, но въ городахъ пользованіе ими безусловно не рекомендуется въ санитарныхъ видахъ. Въ нѣкоторыхъ европейскихъ городахъ въ началѣ 19 столѣтія пользовались нижеслѣдующей системой удаленія нечистотъ изъ отхожихъ мѣстъ и ватеръ-клозетовъ; тотъ-же способъ примѣняется иногда и въ настоящее время. Система эта состоитъ въ томъ, что подъ клозетомъ помѣщается небольшой бакъ, который черезъ нефѣльный промежутокъ времени удаляется со всѣмъ своимъ содержимымъ и замѣняется чистымъ. Хотя этотъ способъ можетъ, пожалуй, казаться улучшеніемъ системы выгребныхъ ямъ, тѣмъ не менѣе факты

доказали, что вредъ причиняемый еженедѣльнымъ удаленіемъ нечистотъ, очень великъ и ни одинъ городъ въ Америкѣ не потерпѣлъ бы у себя такого устройства. Земляные или пудеръ-клозеты, вошедшіе въ употребленіе въ 1865 году, являются видоизмѣненіемъ только что описанной системы: въ этихъ клозетахъ въ бакъ, при постановкѣ его на мѣсто, кладется небольшое количество сухой земли, которую прибавляютъ ежедневно до его заполненія; затѣмъ бакъ со всѣмъ содержимымъ увозится и послѣднее разбрасывается на поляхъ въ видѣ удобрения. Однако и этотъ способъ оказался неудобнымъ для примѣненія въ больномъ масштбѣ, въ виду связанныхъ съ нимъ хлопотъ и затратъ и причиняемаго имъ вреда.

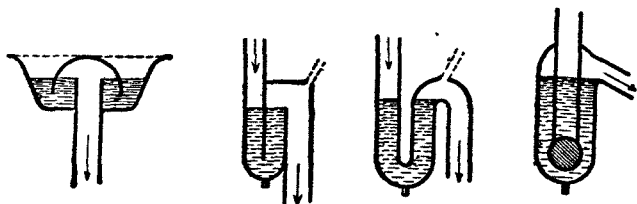
Сплавленіе нечистотъ вмѣстѣ съ водой, примѣняемое еще древними Римлянами, оказалось единственнымъ возможнымъ и экономичнымъ способомъ удаленія нечистотъ изъ большихъ городовъ. Этотъ способъ, со времени своего развитія въ Парижѣ и Лондонѣ, быстро распространился по всей Европѣ и Америкѣ. Какъ было выше сказано, для пользованія названной системой необходимо существованіе водопровода. Въ Соединенныхъ Штатахъ въ 1898 году около 4000 городовъ имѣли водопроводы, тогда какъ, по всей вѣроятности, не больше одной четверти изъ нихъ пользовались удовлетворительной канализаціей. Причина этого явленія кроется, вѣроятно, въ томъ, что водопроводъ приноситъ доходъ, тогда какъ канализація является предпріятіемъ бездоходнымъ. Поэтому частныя общества охотно строятъ и эксплуатируютъ водопроводы, получая значительный процентъ на затраченный капиталъ. Канализація же должна быть городскимъ предпріятіемъ, хотя средній обыватель считаетъ канализаціонный налогъ излишнимъ расходомъ, не будучи въ состояніи непосредственно оцѣнить результаты проведенія канализаціи. Тѣмъ не менѣе, эти результаты, какъ было указано въ первой главѣ, почти что равноцѣнны съ результатами водопроводной системы, но они по большей части, признаются лишь послѣ того, какъ грязныя улицы и выгребныя ямы окажутся прямой причиной инфекціонной эпидеміи. Эти наглядные примѣры повторяются такъ часто, что наиболѣе сознательные обыватели приходятъ обыкновенно къ пониманію значенія канализаціи и заботятся объ

ея устройствѣ. Последнія работы санитарныхъ управленій, сводящіяся къ выясненію причинъ инфекціонныхъ заболѣваній и предупредительныхъ мѣръ, оказываютъ безусловно большое вліяніе на широкіе слои общества. Нѣтъ сомнѣній въ томъ, что задолго до окончанія 20 столѣтія, всякій городъ, имѣющій водопроводъ, будетъ пользоваться также и удовлетворительной канализаціей.

46. Пріемники домовыхъ нечистотъ.

Около одного процента чистой воды, получаемой въ изобиліи изъ водопровода, употребляется на питье и приготовленіе пищи; остальная же часть распределяется между прачечной, кухней, умывальниками, ванной и ватеръ-клозетами, изъ которыхъ она вытекаетъ въ видѣ нечистотъ. При устройствѣ пріемниковъ надо имѣть въ виду возможно большую чистоту ихъ; поэтому не слѣдуетъ скрывать ихъ за деревянными отдѣлками, а, наоборотъ, надо устанавливать ихъ по возможности на виду, для того чтобы неряшливый слуга не могъ прятать въ нихъ соръ или грязныя тряпки. Каждый изъ этихъ пріемниковъ долженъ быть снабженъ водянымъ затворомъ; это необходимо, потому что главный домовый отводъ можетъ иногда заполняться газами, выдѣляющимися изъ разлагающихся нечистотъ, и водяной затворъ будетъ тогда мѣшать прониканію ихъ въ жилое помѣщеніе. Мы укажемъ здѣсь всего лишь на 4 вида водяныхъ затворовъ.

Колоколообразный затворъ (черт. № 24, слѣва), который иногда примѣняется въ раковинахъ, состоитъ изъ колпака, перекрывающаго конецъ отводной трубы, и имѣющаго въ нижней части рѣшетку. Примѣненіе его не рекомендуется, потому что пространство вокругъ колпака настолько велико, что обуславливаетъ возможность скопленія твердыхъ

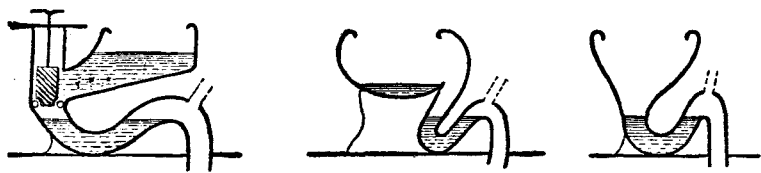


Черт. № 24.

веществъ и къ тому-же затворъ этотъ оказывается недѣйствительнымъ, когда рѣшетку вынимаютъ для чистки. Два слѣдующихъ затвора (черт. № 24) значительно совершеннѣе предыдущаго. Послѣдній затворъ (черт. № 24, справа) относится къ разряду механическихъ затворовъ: въ немъ резиновый шаръ прижимается давленіемъ воды къ концу приводящей трубы. Въ другихъ механическихъ затворахъ пользуются для той-же цѣли клапаномъ или поплавкомъ. Существуютъ также затворы съ ртутью, причемъ, конечно, принимаются мѣры противъ того, чтобы ртуть не могла быть смыта водой. Хороній затворъ долженъ быть устроенъ такъ, чтобы онъ обмывался проходящей черезъ него водой, чтобы при этомъ въ затворѣ не образовывался сифонъ, и кромѣ того, чтобы во время перерыва вода не испарялась. Если вода черезъ затворъ движется медленно, то уровень ея располагается такъ, какъ показано на чертежѣ; если же пропускается сразу большое количество воды, то затворъ можетъ обратиться въ сифонъ, такъ какъ въ верхнемъ колѣнѣ (черт. № 24, по срединѣ) можетъ образоваться разрѣженное пространство и оно заполнится водой. Въ послѣднемъ случаѣ вода изъ затвора будетъ высосана въ отводящую трубу. Для предупрежденія образованія сифона, къ затвору присоединяется небольшая трубка, обозначенная на чертежѣ пунктиромъ, со стороны отводной трубы, соединяющаяся съ атмосферой: благодаря такому устройству, на обѣ стороны слоя воды въ затворѣ будетъ дѣйствовать атмосферное давленіе; Преимущество нѣкоторыхъ механическихъ затворовъ заключается въ томъ, что нѣтъ надобности проводить упомянутыхъ трубочекъ. Желательно, конечно, чтобы устройство всякаго затвора допускало его очистку и внутренній осмотръ. Изъ прачечной и изъ кухни отводится вода сильно загрязненная мыломъ и другими жирными веществами, которыя могутъ прилипать къ стѣнкамъ отводящей трубы. Въ гостиницахъ и большихъ домахъ это имѣетъ мѣсто въ такихъ размѣрахъ, что является необходимостью въ установкѣ особаго прибора, называемаго жироловительемъ. Это въ сущности ничто иное какъ коробка, помѣщаемая ниже главнаго затвора и имѣющая крышку, которая легко можетъ сниматься. Приводящая труба входитъ въ нее сверху, отводящая же образуетъ сифонъ, поднимающійся со дна, и

такимъ образомъ, какъ мыло, такъ и сало собираются на поверхности, откуда ихъ удаляютъ разъ въ недѣлю. Всякая раковина, умывальникъ, ванна и чанъ въ прачечной должны быть снабжены сливной трубой, причемъ очень важно, чтобы эта послѣдняя соединялась съ отводной трубой выше, а не ниже затвора, такъ какъ въ противномъ случаѣ развивающіеся въ отводной трубѣ газы могутъ черезъ эти трубы проникать въ жилыя помѣщенія. Между тѣмъ, часто случается, что трубопроводчикъ, для полученія прямого соединенія, прибѣгаетъ къ такому нежелательному способу. Хорошо было-бы устраивать всѣ названные приѣмники по возможности надъ поломъ, для облегченія доступа къ нимъ; вообще говоря, это легко можетъ быть исполнено при извѣстномъ стараніи со стороны трубопроводчика. Сливныя трубы и отводныя трубы изъ домовыхъ приѣмниковъ дѣлаются обыкновенно изъ свинца, причемъ при взаимномъ соединеніи онѣ спаиваются.

На черт. № 25 изображены три типа современныхъ клозетовъ, причемъ два послѣднихъ болѣе совершенны, чѣмъ первый. Неудобство перваго заключается въ томъ, что при пользованіи имъ получаются брызги; въ этомъ отношеніи наиболѣе совершеннымъ является третій типъ. Въ пер-



Черт. № 25.

вомъ изъ нихъ промывка производится водой, содержащейся въ чашкѣ, при подниманіи клапана; во второмъ и въ третьемъ промывка производится сильной струей воды изъ поставленнаго выше небольшого бака. Клозеты выполняются изъ глины съ фарфоровой глазуровкой и устанавливаются по возможности ближе къ фановой трубѣ и притомъ такъ, чтобы всѣ части ихъ располагались обязательно надъ поломъ. При этомъ никогда не слѣдуетъ отводную трубу изъ ванны или умывальниковъ соединять съ отводомъ отъ клозета. Деревянные части, за исключеніемъ

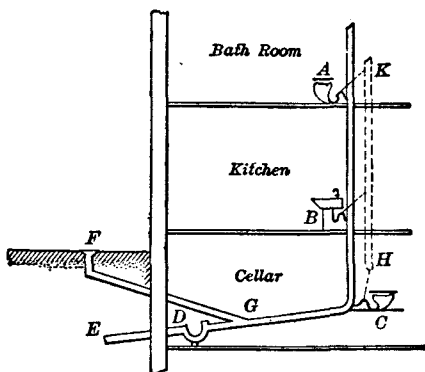
сидѣнія и крышки, не допускаются; лучше даже шкапчики для клозетовъ, гдѣ они необходимы, какъ напримѣръ въ гостинницахъ, не дѣлать изъ дерева.

47. Домовая канализація.

Въ систему домовой канализаціи включаются всѣ трубы, которыя отводятъ нечистоты въ выгребныя ямы или коллектора; причемъ первое имѣетъ мѣсто въ уединенныхъ деревенскихъ усадьбахъ, а второе въ городѣ. Она состоитъ изъ двухъ частей: чугунной трубы (фановой), которая проходитъ внутри дома и продолжается приблизительно на 3 фута за предѣлами зданія, и изъ гончарной, уложенной въ землѣ на остальномъ протяженіи до уличной трубы. Фановая труба дѣлается изъ чугуна съ залитыми свинцомъ стыками; она имѣетъ обыкновенно въ діаметрѣ 4 дюйма и выступаетъ надъ крышей дома, причемъ верхнее ея отверстіе закрывается сѣткой, съ цѣлью предупрежденія загрязненія птицами и крысами. Внутри зданія она прокладывается вертикально, но въ подвалѣ ей придаютъ изгибъ, для того чтобы пропустить горизонтально черезъ стѣну зданія. На черт. № 26 изображены присоединенія къ фановой трубѣ двухъ ватеръ-клозетовъ *A* и *C* и кухонной раковины *B*; въ мѣстѣ *D* помѣщается водяной затворъ, снабженный лазомъ, которымъ пользуются въ случаѣ засоренія или порчи. Фановая труба должна быть вездѣ видна за исключеніемъ тѣхъ мѣстъ, конечно, гдѣ она проходитъ черезъ полъ. Ее не слѣдуетъ прокладывать ниже пола подвала, кромѣ развѣ тѣхъ случаевъ, когда это необходимо для присоединенія трубъ изъ прачечныхъ или клозетовъ; въ такомъ случаѣ однако, доступъ къ водяному затвору долженъ быть обезпеченъ помѣщеніемъ его въ каменномъ колодцѣ, имѣющемъ крышку на одномъ уровнѣ съ поломъ. Прибѣгнувъ къ этой предосторожности, можно быть увѣреннымъ, что малѣйшее просачиваніе будетъ всегда во время замѣчено и что починка обойдется значительно дешевле, такъ какъ въ данномъ случаѣ можно обойтись безъ ломки стѣнокъ или половъ и послѣдующаго ихъ исправленія.

Съ цѣлью соединенія фановой трубы съ наружнымъ воздухомъ, прокладывается труба *FG*. Кислородъ притека-

ющаго по этой трубѣ воздуха дѣйствуетъ на разлагающуюся органическую матерію въ фановой трубѣ и очищаетъ ее окисленіемъ и нитрификаціей. Такія приводящія воздухъ трубы могутъ заканчиваться на внѣшней сторонѣ тротту-



Черт. № 26¹⁾.

ара, не причиняя этимъ никакого вреда, такъ какъ обыкновенно теченіе направляется съ улицы въ фановую трубу. Наконецъ чугунная труба *HK*, обозначенная пунктиромъ, имѣющая обыкновенно около 3 дюймовъ въ діаметрѣ, предназначена не для доставленія свѣжаго воздуха, а для поддержанія достаточнаго давленія въ верхнемъ колѣнѣ водяныхъ затворовъ для предупрежденія образованія сифона. Эта послѣдняя труба или можетъ быть соединена съ фановой трубой надъ самымъ высокимъ пріемникомъ, или же должна быть протянута выше крыши; въ послѣднемъ случаѣ желательно, чтобы она имѣла 4 дюйма въ діаметрѣ во избѣжаніе закупорки ея снѣгомъ или льдомъ.

Если осадки съ крыши допускаются также въ канализаціонную сѣть, то дождевыя трубы, прикрѣпляемые вертикально ко внѣшней сторонѣ стѣнъ зданія, соединяются съ фановой трубой въ пунктѣ *E*. Если соединеніе трубъ сдѣлано наглухо, то нужно помѣстить за нимъ еще второй водяной затворъ, хотя обыкновенно предпочитаютъ, чтобы дождевая вода стекала въ небольшой лазъ въ фановой трубѣ. То и другое соединеніе способствуетъ установленію атмосфернаго давленія со стороны улицы на главный водяной затворъ *D* и уменьшаетъ возможность образованія сифона.

¹⁾ Bath room—ванная комната; kitchen—кухня; cellar—подвалъ.

Вторая часть домової канализаціи состоитъ изъ глазу-
рованной гончарной трубы, которая прокладывается отъ
конца чугунной трубы до коллектора; она имѣетъ въ діа-
метрѣ 4 дюйма или же иногда, въ гостинницахъ и больницъ
домахъ, 6 дюймовъ. Всѣ соединенія ея заливаются цемен-
томъ, что же касается ея уклона, то онъ долженъ быть
не меньше 3 футовъ на 100 футовъ. Если эта труба направ-
лена въ выгребную яму, что встрѣчается, напримѣръ, въ
деревенскихъ усадьбахъ, то эта яма должна быть снабжена
вентиляціонной трубой.

Послѣ окончанія устройства домої канализаціи, но до ея
соединенія съ трубой *НК* и съ гончарной трубой, слѣдуетъ
сдѣлать испытаніе на просачиваніе. Для этого плотно закры-
ваютъ конецъ фановой трубы и всѣ ея отверстія въ при-
емникахъ, наполняютъ ее водой до самого верху и остав-
ляютъ воду на 24 часа. Это испытаніе не можетъ быть про-
изведено во время морозной погоды, да и вообще говоря
оно оказывается часто весьма трудно осуществимымъ. Го-
раздо удобнѣе производить пробу при помощи мятнаго
масла, которое даетъ возможность удостовѣриться въ ис-
правности какъ водяныхъ затворовъ, такъ и всѣхъ соеди-
неній. Эта проба производится въ то время, когда вся сис-
тема закончена и всѣ затворы наполнены водой, и заклю-
чается въ томъ, что въ трубу, приводящую свѣжій воздухъ,
наливаютъ $\frac{1}{2}$ унца мятнаго масла. Если всѣ соединенія сдѣ-
ланы хорошо и если всѣ водяные затворы дѣйствуютъ,
исправно, то въ домѣ не долженъ ощущаться запахъ мятнаго
масла. Въ томъ случаѣ, когда не имѣется трубы, приводя-
щей свѣжій воздухъ, можно налить мятное масло въ при-
емникъ, расположенный ниже остальныхъ, и тотчасъ-же
промыть его водой; иногда мятное масло наливаютъ въ вы-
гребную яму или въ коллекторъ.

Лѣтъ 40 тому назадъ было принято говорить, что
счастье человѣка обратно пропорціонально количеству газо-
выхъ, водопроводныхъ и водосточныхъ трубъ, находящихся
въ его жилищѣ. Это можетъ быть свободно примѣнено въ
настоящее время къ тому дому, въ которомъ всѣ эти совре-
менные удобства устраивались какъ можно дешевле, безъ
соблюденія опредѣленнаго плана и необходимаго наблюденія
за работой трубопроводчика. Многіе города требуютъ, что-

бы до начала работы проекты домово́й канализа́ціи были предварительно одобрены санитарной комиссіей или городскимъ инженеромъ и чтобы трубопроводчики подчинялись этимъ послѣднимъ. При соблюденіи этихъ условій можно быть увѣреннымъ въ томъ, что система домово́й канализа́ціи принесетъ желанный комфортъ домовладѣльцу и будетъ способствовать благополучію какъ отдѣльной семьи, такъ и всего общества. Эти результаты могутъ быть достигнуты и въ томъ случаѣ, если проекты и спецификаціи разработаны компетентнымъ архитекторомъ, руководящимъ работою трубопроводчика. Здѣсь, какъ и во всѣхъ другихъ отрасляхъ санитарной техники, хорошо исполненные проекты и постоянное наблюденіе за правильнымъ ихъ выполненіемъ необходимы для обезпеченія здоровья и благополучія всего населенія.

48. Классификація системъ.

Въ § 45 было указано на то, что способъ удаленія нечистотъ изъ отхожихъ мѣстъ при помощи перемѣнныхъ баковъ оказываетъ вредное вліяніе на здоровье населенія и, такъ какъ онъ не примѣняется вовсе въ Соединенныхъ Штатахъ, мы и не будемъ включать его въ классификацію системъ. Что-же касается пользованія выгребными ямами, то было также установлено, что въ большихъ городахъ оно оказывается предосудительнымъ; поэтому, хотя выгребныя ямы еще широко распространены въ деревнѣ и въ провинціи, мы будемъ разсматривать ихъ какъ хозяйственный способъ удаленія нечистотъ, совершенно непригодный для пользованія въ широкихъ размѣрахъ, и въ виду этого оставимъ его безъ дальнѣйшаго разсмотрѣнія. Такимъ образомъ, остается только система удаленія нечистотъ при помощи водопроводной воды, извѣстная подъ названіемъ сплавной системы, происхожденіе которой относится еще къ древнему Риму.

Если-бы Европа пользовалась этой старой системой и постоянно ее развивала, то 1000 лѣтъ, отмѣченныхъ нечистоплотностью, болѣзнью и невздами, могли-бы стать, пожалуй, тысячелѣтіемъ чистоты, здоровья и благополучія.

Устройство приѣмниковъ нечистотъ и отводовъ въ современномъ жилищѣ было описано въ двухъ предыдущихъ §§, а теперь мы перейдемъ къ описанію движенія нечистотъ по уличнымъ трубамъ и за предѣлами города. Въ составъ этихъ нечистотъ входитъ главнымъ образомъ вода, такъ что количество ихъ соотвѣтствуетъ въ дѣйствительности тому количеству воды, которое доставляется въ домъ водопроводомъ. Общее количество нечистотныхъ водъ, протекающихъ въ лѣтнее время черезъ главный отводный коллекторъ, можетъ быть немного меньше общаго количества доставляемой водопроводомъ воды, такъ какъ часть послѣдней идетъ на поливку улицъ и газоновъ и въ канализационную сѣть не падаетъ. Во всякомъ случаѣ, предположеніе, что оба количества приблизительно равны, достаточно точно.

Общее количество твердыхъ веществъ въ нечистотныхъ водахъ опредѣляется въ среднемъ въ 1000 частей на миллионъ и лишь въ очень рѣдкихъ случаяхъ оно достигаетъ 5000 на миллионъ. Слѣдовательно, 99% нечистотъ состоитъ изъ воды, въ виду чего къ теченію ихъ по канализационной сѣти примѣнимы всѣ законы гидравлики. Кислородъ воды стремится разложить и уничтожить органическую матерію, но количество его такъ незначительно, что о полномъ очищеніи не можетъ быть и рѣчи. Въ виду того очень важно удалить нечистоты изъ города какъ можно скорѣе и перемѣстить ихъ въ такое мѣсто, гдѣ можетъ быть полученъ необходимый запасъ кислорода. Такимъ мѣстомъ во всѣхъ прежнихъ устройствахъ канализациіи и въ большинствѣ современныхъ является море или рѣка, вода которыхъ содержитъ достаточное количество кислорода для содѣйствія дѣятельнымъ бактеріямъ въ ихъ работѣ превращенія разлагающейся органической матеріи въ безвредныя вещества.

Сплавная система можетъ быть подраздѣлена на гравитационную и напорную систему. Гравитационной называется та система, въ которой перемѣщеніе нечистотъ происходитъ исключительно подъ дѣйствіемъ силы тяжести. По всей вѣроятности больше 90% всѣхъ существующихъ канализаций относятся къ гравитационной системѣ; эту систему примѣняютъ во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, когда имѣется

достаточный уклонъ отъ города къ тому мѣсту, куда направляются канализаціонныя жидкости. Напорной называется та система, въ которой примѣняется какой-нибудь способъ подыманія нечистотъ либо въ виду низменнаго положенія города, либо съ цѣлью обезвреживанія при помощи особыхъ способовъ, которые будутъ описаны въ слѣдующей главѣ. Но и при напорной системѣ для отведенія нечистотъ изъ жилыхъ помѣщеній пользуются силой тяжести.

Гравитаціонная система подраздѣляется въ свою очередь на смѣшанную и раздѣльную систему. Въ смѣшанной системѣ водосточныя трубы принимаютъ не только нечистоты, но и дождевую воду, выпадающую на крыши и на поверхность улицъ; изъ этого видно, что эта система является простымъ подражаніемъ канализаціи древняго Рима. Въ раздѣльной системѣ въ водосточныя трубы отводятъ только нечистотныя жидкости, тогда какъ дождевая вода въ нихъ совершенно не допускается; можно было-бы однако спускать въ трубы небольшое количество дождевой воды для ихъ обмыванія.

Что касается до напорной системы, то она одинаково примѣняется какъ въ смѣшанной, такъ и въ раздѣльной канализаціи, если требуется поднять жидкости на нѣкоторую высоту для удаленія ихъ изъ города. Приборы, которыми пользуются для перекачки, могутъ быть весьма разнообразны. На ряду съ обыкновенными поршневыми насосами примѣняются насосы центробѣжныя, а также иногда пневматическіе приборы, дѣйствующіе или при помощи разрѣженія воздуха (вакуумъ-система), или при помощи сжатого воздуха.

Но особенное вниманіе слѣдуетъ обратить на гравитаціонную систему, такъ какъ она примѣняется гораздо чаще напорной. Очевидно, что смѣшанная система требуетъ коллекторовъ большаго размѣра, чѣмъ раздѣльная, въ то время какъ при пользованіи послѣдней надо озаботиться устройствомъ особой сѣти для отведенія дождевой воды. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ эта вода можетъ быть предоставлена самой себѣ, если этому благопріятствуютъ топографическія условія. Главная цѣль канализаціи заключается, конечно, въ удаленіи нечистотъ изъ города, пока онѣ еще не успѣли разложиться, но вмѣстѣ съ тѣмъ канализація оказываетъ попутно большое вліяніе и на дренажированіе почвы.

Сырость подвальныхъ помѣщеній можетъ быть совершенно уничтожена, если соотвѣтственнымъ устройствомъ канализаціонной сѣти будетъ пониженъ уровень грунтовой воды. Послѣдняя не можетъ быть допущена въ канализаціонную сѣть, такъ какъ эта сѣть должна быть водонепроницаемой, но зато основаше коллектора можетъ быть устроено такимъ образомъ, что будетъ дѣйствовать на подобіе дрена.

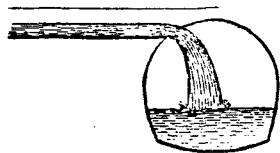
49. Смѣшанная система.

Въ смѣшанной системѣ коллектора принимаютъ не только нечистоты, но и дождевую воду, стекающую съ улицъ и крышъ. Въ виду этого дождевыя трубы соединяются непосредственно съ главной домовой отводной трубой, а на углахъ улицъ устраиваются особые пріемники, въ которые стекаетъ вода изъ уличныхъ лотковъ. Размѣры коллекторовъ въ этой системѣ находятся въ большей зависимости отъ количества выпадающихъ осадковъ, чѣмъ отъ количества домовыхъ нечистотъ. Какъ было уже сказано выше, количество нечистотъ соотвѣтствуетъ приблизительно количеству чистой водопроводной воды; такъ напримѣръ, 100 галлоновъ на человѣка въ день считаютъ средней нормой, а 180—200—максимальною, соотвѣтствующею расходу по понедѣльникамъ передъ полуднемъ. Гораздо труднѣе опредѣлить количество выпадающей дождевой воды, хотя обыкновенно принимаютъ одинъ дюймъ осадковъ въ часъ для площади, снабженной канализаціонной сѣтью, причемъ главныя водосточныя трубы принимаютъ либо часть, либо все количество этой воды. Согласно § 15, осадки выпадаютъ иногда и въ значительно большемъ количествѣ, но это случается такъ рѣдко и притомъ такіе ливни продолжаются такъ недолго, что для установленія размѣровъ коллекторовъ вполне достаточно принятаго нами допущенія. Опредѣленіе же размѣровъ коллекторовъ по какому-нибудь ливню, дающему 4—5 дюймовъ въ часъ, повело-бы къ непроизводительной затратѣ капитала, однихъ процентовъ съ котораго было-бы достаточно для покрытія издержекъ на ремонтъ улицъ въ случаѣ порчи ихъ во время сильнаго ливня. При проектированіи смѣшанной системы надо прежде всего изготавить топографическую карту города и его окрестностей. На этой картѣ долженъ быть обозначенъ размѣръ бассейна, съ котораго вода будетъ

стекать въ коллектора, потомъ должны быть нанесены улицы и усадьбы, а также и горизонталы. Для города съ плоской поверхностью требуются горизонталы съ вертикальными промежутками въ одинъ футъ, причемъ для построения этихъ горизонталей надо опредѣлить возможно большіе точки. Если же городъ расположенъ на холмистой мѣстности или на крутой покатости, то достаточно, пожалуй, обозначить горизонталы съ промежутками въ два или три фута. Имѣя въ рукахъ такую карту, инженеръ можетъ уже набросать профили улицъ, опредѣлить дѣйствительные уклоны, обозначить мѣста прохода главныхъ и второстепенныхъ коллекторовъ и, наконецъ, опредѣлить стоимость всего сооружения. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ было-бы полезно сдѣлать нѣсколько проектов для того, чтобы при сравненіи принять тотъ изъ нихъ, который можетъ оказаться наиболѣе цѣлесообразнымъ и экономичнымъ.

Направленіе главныхъ и второстепенныхъ коллекторовъ опредѣляется топографіей города. Самымъ простымъ является тотъ случай, когда городъ расположенъ на берегу рѣки, имѣющемъ однородный къ ней наклонъ; здѣсь достаточно одного или двухъ большихъ коллекторовъ, направленныхъ прямо въ рѣку. Это есть такъ называемая перпендикулярная система.

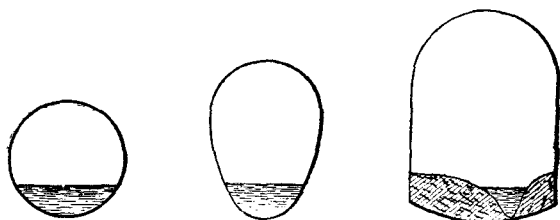
Наиболѣе обыкновенный случай есть тотъ, когда главный коллекторъ уложенъ параллельно рѣкѣ, тогда какъ второстепенные присоединяются къ нему со стороны города. Эта система называется пересѣчной. Для того, чтобы освободить главный коллекторъ отъ нѣкоторой части дождевой воды, пользуются иногда устройствомъ, изображеннымъ схематически на черт. № 27. Здѣсь при нормальномъ наполненіи второстепенныхъ коллекторовъ всѣ жидкости поступаютъ въ главный коллекторъ, въ случаѣ же ихъ переполненія дождевой водой, часть этой воды изливается непосредственно въ рѣку поверхъ главнаго коллектора.



Черт. № 27.

Въ смѣшанной системѣ небольшіе коллектора имѣютъ въ сѣченіи форму окружности (черт. № 28), средніе—или

форму окружности или яйцевидную форму и наконец коллектора больших размѣровъ—форму корзинки съ ручкой. Если круглый коллекторъ имѣетъ больше трехъ футовъ въ діаметръ, то онъ выполняется изъ кирпича; для маленькихъ же коллекторовъ употребляютъ глиняныя глазурованные трубы. Яйцеобразныя сѣченія имѣютъ то преимущество, что даже и при малыхъ наполненіяхъ имѣютъ большой смоченный периметръ и такимъ образомъ обезпечиваютъ такую скорость теченія, при которой не происходитъ осажденія взвѣшенной матеріи.



Черт. № 28.

Существуютъ двѣ разновидности поперечнаго сѣченія съ формой корзинки съ ручкой; одна изъ нихъ примѣняется при твердомъ грунтѣ, а другая при мягкомъ, какъ было указано въ § 35. При нормальныхъ условіяхъ въ коллекторахъ этой формы получается большое сопротивленіе отъ тренія, такъ какъ количество нечистотъ обыкновенно бываетъ незначительно въ сравненіи съ площадью всего поперечнаго сѣченія. Вслѣдствіе этого въ такихъ коллекторахъ, особенно при малыхъ уклонахъ, образуются значительныя осадки, такъ что, какъ показано на черт. № 28 (справа), жидкости протекаютъ по образуемому въ нихъ каналу. Такіе осадки собираются обыкновенно во время сухой погоды, такъ что приходится смывать ихъ водопроводной водой во избѣжаніе зараженія воздуха. И вообще говоря, смѣшанная система имѣетъ серьезный недостатокъ, заключающійся въ трудности содержанія коллекторовъ въ чистотѣ въ сухое время года.

На всѣхъ мѣстахъ соединенія коллекторовъ устанавливаются смотровыя колодцы; послѣдніе слѣдуетъ также устраивать на нѣкоторомъ разстояніи другъ отъ друга по всей сѣти, для облегченія доступа къ коллекторамъ. Смотровый

колодезь можетъ также служить и для вентиляціи, если въ закрывающей его чугунной крышкѣ имѣются отверстія. Въ сущности, единственный способъ вентиляціи сѣти заключается въ примѣненіи такихъ колодцевъ, такъ какъ никогда не замѣчается, чтобы при такомъ устройствѣ смотровыхъ колодцевъ газы причиняли-бы какое-нибудь безпокойство на улицѣ. Постоянный притокъ свѣжаго воздуха доставляетъ разлагающейся матеріи въ изобиліи кислородъ и обезпечиваетъ ихъ деодоризацію и обезвреживаніе. Если-бы коллектора не вентилировались и не получали-бы такимъ образомъ постоянного запаса свѣжаго воздуха, внутри ихъ могло-бы образоваться повышенное давленіе и газы выталкивались-бы черезъ фановую трубу въ жилыя помѣщенія. При отсутствіи этихъ газовъ въ жилыхъ помѣщеніяхъ безусловно не отвѣчаетъ требованіямъ гігіены, тогда какъ проникая на улицу и смѣшиваясь постоянно съ уличнымъ воздухомъ, они скоро нейтрализуются и становятся безвредными. Дождеприѣмные колодцы устраиваются на углахъ улицъ такимъ образомъ, чтобы они могли собирать воду изъ двухъ или нѣсколькихъ уличныхъ лотковъ сразу. Трубы, отводящія изъ нихъ воду въ коллектора, присоединяются къ нимъ на нѣкоторомъ разстояніи отъ дна, такъ что песокъ и гравій имѣютъ возможность осаждаться въ образовавшемся такимъ образомъ мѣшкѣ. Чтобы до нѣкоторой степени воспрепятствовать прониканію въ эти трубы мусора, имъ придаютъ изогнутую форму, въ видѣ сифона, или ставятъ въ ихъ отверстіи сѣтку.

Въ приморскихъ городахъ главный коллекторъ открывается обыкновенно ниже поверхности воды во время прилива, почему его снабжаютъ плоскимъ клапаномъ, закрывающимся автоматически отъ напора воды; вслѣдствіе этого нечистоты сохраняются въ коллекторѣ до спада воды. Иногда съ этой цѣлью устраиваются большіе приѣмники, сохраняющіе нечистоты въ теченіи 3—4 часовъ, въ то время какъ устье коллектора закрыто поднявшейся водой.

Смѣшанная система лучше всего примѣнима къ большимъ городамъ, расположеннымъ на плоскости, такъ какъ дождевая вода, предоставленная самой себѣ, можетъ разрушительнымъ образомъ дѣйствовать на фундаменты и тротуары. Ее можно рекомендовать также и въ тѣхъ случаяхъ,

гдѣ дождевая вода не можетъ почему либо отводиться другимъ способомъ, устраняющимъ опасность разрушенія. Во многихъ городахъ смѣшанная система возникла постепенно изъ трубъ, закрывающихъ текущія по городу рѣчки. Какъ было уже нами отмѣчено нѣсколько разъ, ни одна система не можетъ быть безусловно экономичной и дѣйствительной при всякихъ обстоятельствахъ, такъ что въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ инженеръ долженъ сообразоваться съ мѣстными условіями.

50. Раздѣльная система.

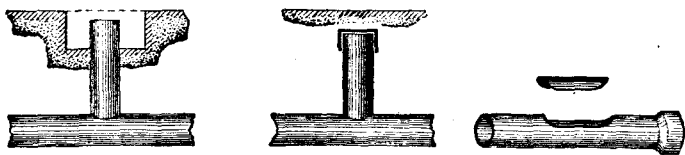
Раздѣльная система была предложена впервые Phillips'омъ въ 1849 году, какъ средство обойти затрудненіе въ Лондонѣ, гдѣ были устроены большіе коллектора, предназначенные только для удаленія осадковъ и не приспособленные поэтому для приѣма нечистотъ. Изобрѣтатель утверждалъ, что правильное разрѣшеніе этого больного вопроса заключалось въ устройствѣ отдѣльной системы коллекторовъ для отвода нечистотныхъ водъ. Эта идея не была приведена въ исполненіе въ Лондонѣ, но нѣсколько инженеровъ высказались за ея цѣлесообразность и около 1870 года по такой системѣ была устроена канализація въ Оксфордѣ и нѣкоторыхъ другихъ городахъ. Въ Америкѣ эта система была впервые примѣнена Waring'омъ въ Мемфисѣ, штата Теннесси, въ 1880 году.

Подобно всякому нововведенію, система эта встрѣтила критическое къ себѣ отношеніе и усиленную оппозицію, но въ виду своей дешевизны и цѣлесообразности, она скоро преодолѣла эти препятствія и, начиная съ 1885 года, сотни городовъ были канализированы по этой системѣ.

Коллектора въ раздѣльной системѣ должны принимать однѣ только нечистоты, но въ нихъ впускается также небольшое количество воды съ крышъ и изъ промывныхъ колодцевъ, для поддержанія ихъ въ чистомъ видѣ. Поэтому коллектора здѣсь значительно меньше, чѣмъ въ смѣшанной системѣ,—размѣры ихъ рѣдко превосходятъ 4 фута въ діаметрѣ; понятно, что стоимость ихъ соотвѣтственно ниже. При этомъ примѣняется почти исключительно круглое сѣченіе и при всѣхъ ходовыхъ размѣрахъ употребляются гончарныя трубы съ цементнымъ стыкомъ.

Всѣ замѣчанія, сдѣланныя въ предыдущемъ § относительно вліянія топографіи мѣстности на расположеніе коллекторовъ, относятся также и къ раздѣльной системѣ. Въ данномъ случаѣ нѣтъ надобности считаться съ количествомъ выпадающихъ на территоріи города осадковъ въ виду того, что они не принимаются въ этомъ случаѣ въ сѣтъ. Если вода съ крышъ допускается въ трубы для того, чтобы омы-вать ихъ, то это дѣлается только въ слѣпыхъ концахъ второ-степенныхъ линій, причемъ только тѣ дома, которые указы-ваются строителемъ, могутъ соединять свои дождевыя тру-бы съ коллекторами.

Подобно смѣшанной системѣ, здѣсь также устраи-ваются смотровые колодцы при всѣхъ соединеніяхъ боковыхъ коллекторовъ съ главнымъ, а также и въ другихъ пунктахъ на линіи на взаимномъ разстояніи отъ 300—500 футовъ. Черезъ эти смотровые колодцы происходитъ вентиляція сѣти; кромѣ того, они облегчаютъ доступъ къ послѣдней на случай засоренія.



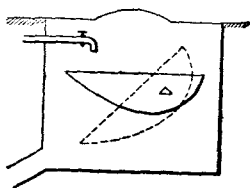
Черт. № 29.

Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ вмѣсто смотровыхъ колод-цевъ устраиваютъ вентиляціонные колодцы (черт. № 29, слѣва), состоящіе изъ простой гончарной трубы, достига-ющей до поверхности улицы. Здѣсь труба заканчивается въ обдѣланномъ каменной кладкой углубленіи, перекрытомъ чугунной рѣшеткой съ отверстіями; удовлетворяя цѣлямъ вентиляціи въ той-же мѣрѣ, какъ и смотровые колодцы, вентиляціонные колодцы обходятся гораздо дешевле по-слѣднихъ.

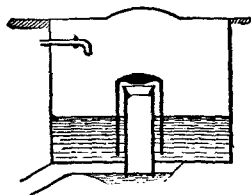
Первыя сѣти, устроенныя по раздѣльной системѣ, очень страдали отъ закупорки осадками и отъ скопленія ихъ на неисправныхъ соединеніяхъ. Съ цѣлью противодѣйствія этому затрудненію, стали устраивать смотровые колодцы на такомъ разстояніи, чтобы можно было пользоваться скреб-

комъ или промывать эти закупоренныя мѣста изъ пожарнаго рукава. Иногда между смотровыми колодцами устраиваютъ еще колодцы, служащіе для опусканія лампъ, освѣщающихъ внутренность трубъ,—ламповые колодцы (черт. № 29, по-срединѣ). Въ виду того, что ими пользуются лишь въ рѣдкихъ случаяхъ, они оканчиваются ниже уровня улицы, причемъ составляется подробный списокъ объ ихъ мѣстонахожденіи. Кромѣ того, въ нѣкоторыхъ мѣстахъ на трубахъ размѣщаютъ ручные лазы (черт. № 30, справа); понятно, что для пользованія ими приходится разрывать улицу. При опредѣленіи размѣровъ коллекторовъ раздѣльной системы обыкновенно принимаютъ половинное наполненіе при наибольшемъ расходѣ, который соотвѣтствуетъ полудню понедѣльника. Такимъ образомъ, пропускная способность коллекторовъ въ началѣ дѣйствія канализаціи бываетъ вдвое больше необходимой, что, вообще говоря, и желательно въ виду будущаго прироста населенія. Но однако-же по этой причинѣ коллектора требуютъ постоянной промывки. Такъ какъ на практикѣ было установлено, что не слѣдуетъ возлагать надежды для цѣлей промывки исключительно на дождевую воду, стекающую съ крышъ, то въ настоящее время промывку производятъ періодически при помощи особыхъ приспособленій. Нѣкоторые инженеры не допускаютъ вовсе дождевой воды въ трубы и это есть, можетъ быть, самый правильный взглядъ.

Промывные приспособленія или иначе флюнгъ-танки размѣщаются обыкновенно въ слѣпыхъ концахъ боковыхъ вѣтвей и устраиваются такимъ образомъ, что вся содержа-



Черт. № 30.



Черт. № 31.

щаяся въ нихъ вода изливается въ коллекторъ въ теченіи небольшого промежутка времени. Притокъ воды въ танкъ регулируется такъ, что онъ наполняется въ теченіи нѣ-

сколькихъ часовъ или даже цѣлаго дня; опоражнивање танка происходитъ автоматически. Значительное число такихъ танковъ размѣщается въ разныхъ мѣстахъ города и, если они хорошо урегулированы, то могутъ дѣйствовать либо отдѣльно, либо совместно, смотря по указаніямъ опыта. Флюшъ-танкъ устраивается изъ камня и по своему общему виду напоминаетъ смотровый колодезь. Изъ водопроводной магистрали вода приводится небольшой трубой, снабженной краномъ, который легко достать, открывши крышку колодца. Въ настоящее время существуютъ три типа флюшъ-танковъ: опрокидывающійся, сифонный и механическій.

Въ первомъ флюшъ-танкѣ (черт. № 30) водопроводная вода скапливается въ корытцѣ, которое можетъ вращаться на двухъ остріяхъ, по одному съ каждой стороны. Форма корытца соображается такимъ образомъ, что до заполнения водой оно остается въ горизонтальномъ положеніи; при наполненіи же до краевъ, центръ тяжести смѣщается на лѣво отъ оси, корытце опрокидывается и вся вода сразу сплескивается въ коллекторъ. Сифонный танкъ (черт. № 31) состоитъ изъ вертикальной трубы, перекрытой колпакомъ. Когда уровень водопроводной воды достигнетъ верхняго края трубы, вода начинаетъ переливаться въ углубленіе, которое находится подъ ней, и переливается такимъ образомъ до затопленія ея нижняго отверстія. Вслѣдъ за этимъ, вслѣдствіе задержки теченія, труба заполняется водой, въ кольцевомъ пространствѣ между ней и колпакомъ образуется сифонъ и резервуаръ быстро опоражнивается. Дѣйствіе механическихъ флюшъ-танковъ основано на автоматическомъ открываніи вентиля при помощи поплавка. Эти послѣдніе, пожалуй, могутъ считаться самыми надежными. Флюшъ-танки перваго типа могутъ выбрасывать за одинъ разъ отъ 100 до 200 галлоновъ воды, тогда какъ сифонные флюшъ-танки расходуютъ въ промежутокъ времени, меньше одной минуты, отъ 400 до 500 галлоновъ воды.

51. Размѣры коллекторовъ.

Движеніе нечистотъ въ коллекторахъ подчиняется тѣмъ же законамъ, которые имѣютъ мѣсто при теченіи воды въ акведукахъ и водопроводныхъ трубахъ. Коллекторамъ при-

дается постоянный уклонъ въ сторону теченія, такъ какъ матеріалъ, изъ котораго они выполняются, не способенъ выдерживать внутренняго давленія. Впрочемъ, вода не могла бы заполнить коллектора, не наводнивъ вмѣстѣ съ тѣмъ подваловъ, расположенныхъ на его пути. Наибольшій расходъ имѣетъ мѣсто, когда коллекторъ почти что, но не вполне, заполненъ жидкостью; поэтому предположеніе при подсчетахъ о заполненіи коллектора во всю высоту даетъ всегда надежные результаты.

При чистыхъ коллекторахъ для коэффициента расхода будутъ пригодны тѣ-же самыя значенія, которыя приняты нами для акведуковъ въ § 35. Но такъ какъ внутренняя поверхность коллектора можетъ быть иногда покрыта осадками и инкрустаціей, то лучше принимать меньшія значенія коэффициента, приведенныя въ табл. № 14.

Гидравлическій радіусъ въ фут.	$s=0,0001$	$s=0,0002$	$s=0,0004$	$s=0,001$	$s=0,01$
$r=0,2$	68	74	78	81	81
$r=0,4$	86	91	94	96	98
$r=0,6$	95	100	102	104	106
$r=0,8$	103	106	110	111	112
$r=1$	109	113	115	116	117
$r=1,5$	120	122	123	124	125
$r=2$	127	128	129	130	130
$r=2,5$	132	133	134	134	134

Черт. № 14.

Здѣсь, какъ и въ предыдущемъ, s есть отношеніе паденія на любомъ разстояніи къ этому разстоянію, а гидравлическій радіусъ r —отношеніе площади живого сѣченія къ смоченному периметру. Такъ, если коллекторъ имѣетъ паденіе въ 6 дюймовъ на 100 футовъ, то уклонъ есть $s = \frac{0,5}{100} = 0,005$; если-же площадь его поперечнаго сѣченія имѣетъ 19,5 кв. футовъ, а внутренній периметръ 16,8 фу-

товъ, то гидравлическій радіусъ есть $r = \frac{19,5}{16,8} = 1,16$ фута; тогда, согласно вышеприведенной таблицѣ, $c = 119$.

При помощи табл. № 14 и формулы $v = c\sqrt{rs}$ легко вычислить среднюю скорость v , выраженную въ футахъ въ секунду, а затѣмъ также легко вычисляется и расходъ q по формулѣ $q = av$, гдѣ a есть площадь живого сѣченія. При проектированіи величиной данной является q , а величины a и r отыскиваютъ попытками по формулѣ $q = ca\sqrt{rs}$. При кругломъ сѣченіи a и r легко выражаются черезъ діаметръ и тогда $d = \left(\frac{8q}{\pi cs^{\frac{1}{2}}}\right)^{\frac{2}{3}}$.

Для примѣра возьмемъ городъ съ 8000 жителей, для котораго долженъ быть спроектированъ коллекторъ смѣшанной системы при условіи, что онъ собираетъ осадки съ площади въ 2 квдр. мили. Максимальное количество протекающихъ нечистотъ составляетъ приблизительно 1600000 галлоновъ въ день или около 2,5 куб. фута въ секунду; дождевая-же вода, выпадающая въ количествѣ $\frac{1}{2}$ дюйма въ часъ, даетъ расходъ въ 645 куб. футовъ въ секунду, т. е. такое количество, по сравненію съ которымъ количество нечистотъ оказывается очень незначительнымъ. Пользуясь указанными правилами разсчета, мы прійдемъ къ заключенію, что въ данномъ случаѣ, при уклонѣ въ 1 футъ на 100 футовъ, требуется коллекторъ въ 7 футовъ въ діаметрѣ. Такъ какъ такой размѣръ слишкомъ великъ для круглаго сѣченія, то въ такомъ случаѣ пришлось-бы подсчитать коллекторъ, имѣющій въ сѣченіи форму корзинки съ ручкой. Кромѣ того, если главный коллекторъ очень длиненъ, а уклонъ его незначителенъ, то его стоимость можетъ оказаться непосильной для даннаго города; въ виду этого не слѣдовало-бы допускать всего количества дождевой воды въ коллекторъ. Боковые коллектора проектируются такимъ-же образомъ, причемъ размѣръ каждаго изъ нихъ долженъ соответствовать объему протекающей черезъ него воды.

Въ раздѣльной системѣ при максимальномъ расходѣ допускается половинное наполненіе; поэтому здѣсь $q = \frac{1}{2}av$ и для круглыхъ коллекторовъ $d = \left(\frac{16q}{\pi cs^{\frac{1}{2}}}\right)^{\frac{2}{3}}$. Для вышеприве-

денныхъ данныхъ, гдѣ $q = 2,5$ куб. фута въ секунду, при уклонѣ въ 0,01, получается коллекторъ съ діаметромъ въ 14 дюймовъ, а при уклонѣ въ 0,001—съ діаметромъ въ 20 дюймовъ.

Коллекторамъ должна быть придаваема такая форма и такіе уклоны, чтобы средняя скорость теченія не была меньше 2 футовъ въ секунду, такъ какъ въ противномъ случаѣ образуются осадки, которые скопляются и засоряютъ коллекторъ. При переменномъ расходѣ лучше примѣнять яйцеобразное сѣченіе. Съ другой стороны, форма корзинки съ ручкой въ этомъ случаѣ является наименѣе желательной, такъ какъ при небольшой глубинѣ слоя воды, скорость теченія уменьшается, причемъ получаютъ осадки, какъ изображено на послѣднемъ чертежѣ въ § 49.

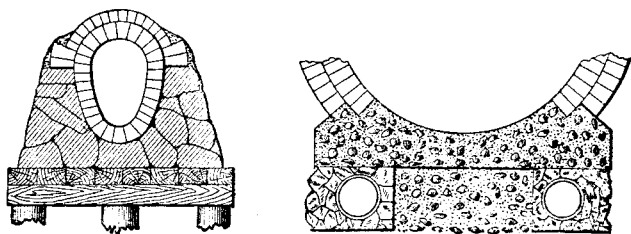
Вышеприведенные численные примѣры ясно доказываютъ большее преимущество раздѣльной системы въ томъ случаѣ, если имѣется возможность отводить дождевую воду какимъ бы то ни было другимъ способомъ. Такъ какъ малые размѣры коллекторовъ не требуютъ большихъ денежныхъ затратъ, то эта система стала съ 1885 года очень распространенной. Сотни городовъ, которые пользовались бы до сихъ поръ выгребными ямами, если-бы единственной надежной системой считалась система смѣшанная, канализованы теперь по раздѣльной системѣ. Клоака Максима, высотой въ 32 фута, по которой плавалъ Неронъ въ великолѣпныхъ галерахъ, и нѣкоторые большіе коллектора Лондона и Парижа, по которымъ также могутъ плавать небольшие суда, не являются уже больше образцами, достойными подражанія, а указываютъ на возможность примѣненія болѣе экономичныхъ способовъ удаленія нечистотъ.

52. Конструкція коллекторовъ.

Въ проектъ канализаціи входитъ не только подсчетъ коллекторовъ, но также и подробные конструктивные ихъ чертежи со всѣми ихъ соединеніями, затѣмъ чертежи смотровыхъ колодцевъ, резервуаровъ и т. п. Когда исполнены всѣ чертежи и составлены всѣ смѣты, объявляются торги и работа сдается по контракту. Въ данномъ § мы не станемъ входить въ обсужденіе сотни деталей, съ которыми связано дѣло постройки, а отмѣтимъ всего лишь нѣсколько пунктовъ,

заключающихъ въ себѣ общія, не рассмотренныя нами, положенія.

При всякомъ мягкомъ и податливомъ грунтѣ долженъ быть устроенъ прочный фундаментъ. Для большихъ, равно какъ и для малыхъ коллекторовъ, если они прокладываются въ мокромъ грунтѣ, устраиваютъ обыкновенно свайныя основанія или ростверкъ. При слегка податливомъ грунтѣ достаточно примѣненія одного лишь бетоннаго основанія; если-же грунтъ достаточно твердъ, то коллектора укладываются на него непосредственно. Такъ какъ характеръ грунта становится извѣстнымъ лишь только послѣ прорытія котлована, то предварительно выполняются проекты различныхъ типичныхъ основаній, изъ которыхъ выбирается затѣмъ наиболѣе подходящий данному грунту.



Черт. № 32.

Что-же касается дренажированія подпочвеннаго слоя, то оно производится при помощи камней или гончарныхъ дренажъ, проложенныхъ подъ коллекторомъ, какъ это указано на черт. № 32. Коллектора должны быть обязательно непроницаемыми для воды, такъ какъ въ противномъ случаѣ нечистоты будутъ просачиваться черезъ ихъ стѣнки и загрязнять почву.

Въ смѣшанной системѣ въ Америкѣ коллектора устраиваются изъ кирпича во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, когда ихъ діаметръ не меньше 3 футовъ. Стѣнки маленькихъ коллекторовъ имѣютъ обыкновенно 8 дюймовъ въ толщину, а большихъ 12. Кирпичи укладываются длинной стороной нормально къ внутренней поверхности, причемъ увеличивающееся между ними разстояніе на внѣшней поверхности заполняется растворомъ. Кромѣ того, кладка должна вестись въ перевязку какъ по длинѣ, такъ и въ поперечномъ

сѣченіи. Сооруженіе такихъ коллекторовъ производится при помощи соотвѣтственной формы деревянныхъ рамъ (кружалъ), разставленныхъ на нѣкоторомъ разстояніи одинъ отъ другого и перекрытыхъ досками.

Бетонные коллектора очень распространены въ Европѣ и трудно сказать, почему они въ Америкѣ употребляются только въ рѣдкихъ случаяхъ, въ видѣ пробы. Если они строятся на мѣстѣ, то они представляютъ изъ себя одно цѣлое, безъ всякихъ швовъ, и въ этомъ отношеніи имѣютъ большое преимущество передъ кирпичными коллекторами, если только нечистоты не дѣйствуютъ на бетонъ разрушающимъ образомъ; впрочемъ, и это обстоятельство не особенно существенно, такъ какъ цементный растворъ можетъ подвергаться разрушенію въ той-же мѣрѣ, какъ и бетонъ. На черт. № 32 изображенъ кирпичный коллекторъ на бетонномъ основаніи; такое сочетаніе матеріаловъ можетъ считаться весьма удачнымъ, если только мѣсто ихъ соединенія не представляетъ собой непрерывнаго шва.

Небольшіе боковые коллектора въ смѣшанной и всѣхъ, за исключеніемъ самыхъ большихъ, въ раздѣльной системѣ устраиваются посредствомъ соединенія глазурованныхъ гончарныхъ трубъ. Эти трубы имѣютъ обыкновенно 3 фута въ длину, причемъ каждая изъ нихъ снабжена на одномъ концѣ раструбомъ, въ который входитъ рифленый конецъ слѣдующей трубы. Непроницаемость стыка достигается заливкой промежутка цементомъ. При обыкновенномъ грунтѣ онѣ не требуютъ особаго фундамента и просто укладываются по дну котлована. Если-же коллекторъ долженъ быть проложенъ подъ желѣзно-дорожной насыпью или въ какомъ-либо другомъ мѣстѣ, гдѣ онъ подвергается сотрясеніямъ, то вмѣсто гончарныхъ трубъ слѣдуетъ укладывать трубы чугунныя.

Что-же касается глубины заложенія коллекторовъ ниже поверхности улицы, то она должна быть такова, чтобы его вершина была расположена по меньшей мѣрѣ на 1—2 фута ниже уровня пола подвальныхъ помѣщеній, которыя только при такомъ условіи и могутъ быть канализированы; при этомъ требованіи минимальная глубина заложенія достигаетъ 8—9 футовъ. Но въ виду того, что уклонъ коллектора долженъ быть однообразенъ на всемъ протяженіи, можетъ

оказаться очень затруднительными сохранить эту глубину на улицѣ съ неправильнымъ профилемъ.

Всѣ смотровые колодцы, пріемники и флюшъ-танки устраиваются на прочномъ фундаментѣ изъ кирпичной или каменной кладки. Смотровые колодцы большого коллектора образуются расширеніемъ послѣдняго вверху; для малыхъ коллекторовъ колодцы устраиваются независимо отъ нихъ, причемъ выходящая глиняная труба укладывается немного ниже входящей. По всей линіи коллекторовъ укладываются тройники для присоединенія домовыхъ отводовъ, причемъ они располагаются по возможности противъ отдѣльныхъ усадебъ и передъ засыпкой котлована свободный ихъ патрубковъ закрывается глухимъ флянцемъ.

53. Вентиляція и чистка.

На первыхъ порахъ, при возникновеніи сплавной системы, т. е. примѣрно до 1870 года, газы, образующіеся въ коллекторахъ, причиняли много безпокойства, проникая въ жилыя помѣщенія и на улицу. Это происходило вслѣдствіе нѣсколькихъ причинъ: 1) соединеніе домовыхъ трубъ было не вполне удовлетворительно; 2) коллектора были настолько велики, что въ сухое время года въ нихъ начиналось гніеніе и 3) число смотровыхъ колодцевъ и вентиляціонныхъ приспособленій было такъ ограничено, что они не могли доставлять достаточнаго количества воздуха для деодоризаціи.

Для того чтобы предотвратить это непріятное осложненіе, въ Европѣ были испробованы многочисленныя способы вентиляціи коллекторовъ. Такъ, съ цѣлью образованія тяги въ верховьяхъ сѣти, устраивались печи съ высокими трубами; затѣмъ употреблялись вентиляторы, приводимые въ дѣйствіе вѣтряными колесами или паровыми машинами, и, наконецъ, устраивались по всей сѣти по стѣнкамъ зданій особыя вентиляціонныя трубы. Но обыкновенно печи не образовывали достаточной тяги, а вентиляторы производили либо слишкомъ сильную тягу, служившую причиной прорыва сифоновъ во всѣхъ водяныхъ затворахъ, либо въ другихъ мѣстахъ слишкомъ уже слабое движеніе воздуха. Въ сущности, всѣ эти способы были со временемъ заброшены, хотя можно кое гдѣ еще встрѣтить печи и вентиляторы.

Кромѣ того, дѣлали попытки также деодоризировать и нейтрализовать газы при помощи химическихъ реагентовъ. Такъ, подъ крышки смотровыхъ колодцевъ помѣщали ящики съ толченымъ древеснымъ углемъ; въ коллектора вгоняли хлоръ, сѣрнистый ангидридъ и нѣкоторые другіе реагенты. Всѣ эти способы оказались на практикѣ и дорогами, и мало дѣйствительными, такъ что они примѣнялись лишь въ очень ограниченномъ масштабѣ.

Но всѣ эти способы были основаны на ошибочномъ взглядѣ, что газъ изъ коллекторовъ ни въ какомъ случаѣ не долженъ проникать на улицу. Поэтому, какъ только была признана неправильность такого взгляда и въ употребленіе вошли смотровые колодцы, снабженные чугунной крышкой съ отверстиями, а также и трубы, приводящія въ коллекторъ свѣжіи воздухъ, вопросъ о вентиляціи коллекторовъ нашелъ себѣ окончательное и благопріятное разрѣшеніе. Если данная канализація снабжена хорошими водяными затворами и вентиляціонными трубами, то жилия помѣщенія оказываются вполне защищенными отъ газа, выходящаго изъ коллекторовъ. Правда, что и при этихъ условіяхъ нѣкоторая часть газа вырывается изъ коллекторовъ на улицу, но есть основаніе предполагать, что газъ, образующійся изъ свѣжихъ нечистотъ, вреденъ не болѣе, чѣмъ запахъ и пыль отъ экскрементовъ животныхъ, которые постоянно находятся на улицѣ. При большомъ числѣ отверстій изъ каждаго изъ нихъ можетъ выходить небольшой объемъ газа, который обезвреживается окружающимъ кислородомъ гораздо лучше, чѣмъ большой объемъ того-же газа при помощи разныхъ искусственныхъ химическихъ способовъ.

Газъ отъ нечистотъ, находящихся въ поздней стадіи разложенія, конечно, очень вреденъ, но единственный способъ не допускать его на улицу заключается въ предотвращеніи его образованія вообще. Если быстрота теченія такова, что въ коллекторахъ не образуется осадковъ, то въ такомъ случаѣ нечистоты выходятъ изъ города, не успѣвъ еще достигнуть этой вредной стадіи разложенія. Изъ этого видно, что полученіе надлежащей скорости теченія является одной изъ главныхъ задачъ при назначеніи формы и опредѣленіи размѣровъ коллекторовъ. Это оказывается очень трудно достижимымъ въ большихъ коллекторахъ смѣшанной

системы, тѣмъ болѣе что даже и въ малыхъ коллекторахъ раздѣльной системы образуются иногда осадки, которые могутъ замедлять теченіе. Въ виду этого чистка или промывка коллекторовъ отъ времени до времени является необходимой.

Въ смѣшанной системѣ промывка производится дождевой водой, которая увеличиваетъ скорость теченія, что способствуетъ тщательному обмыванію коллектора. Однако, во время засухи приходится иногда прибѣгать и къ искусственной промывкѣ. Послѣдняя достигается подпруживаеиъ нечистотъ при помощи постоянныхъ или переносныхъ приспособленій, съ прибавкой къ нимъ водопроводной воды и и послѣдующимъ быстрымъ выпускаеиъ ихъ. Если-же коллекторъ не великъ, то даже струя воды изъ одного гидранта можетъ принести уже существенную пользу, въ особенности въ томъ случаѣ, если одновременно осадки сдвигаются скребками.

Въ раздѣльной системѣ флюшъ-танки, описанные въ § 50, работаютъ ежедневно, почему коллектора этой системы всегда гораздо чище коллекторовъ смѣшанной системы. Такіе флюшъ-танки могутъ быть устроены также у глухихъ концовъ боковыхъ коллекторовъ въ смѣшанной системѣ, но это дѣлается очень рѣдко.

Изъ этого краткаго очерка видно, что какъ выполненіе, такъ и уходъ за канализаціонною сѣтью требуютъ отъ городского инженера внимательнаго и разумнаго наблюденія. Составитель проекта долженъ стараться, по возможности, сдѣлать коллектора самоочищающимися при помощи соответственной формы и уклоновъ; строитель канализаціи, съ своей стороны, долженъ стремиться къ точнѣйшему выполненію проекта. Но тѣмъ не менѣе, не слѣдуетъ пренебрегать и дальнѣйшимъ наблюденіемъ надъ работой данной сѣти. При смѣшанной системѣ имѣются дождеприѣмники, которые должны постоянно чиститься; состояніе ея большихъ коллекторовъ относительно могущихъ образоваться въ нихъ осадковъ должно быть всегда извѣстно. Регулировка автоматическихъ промывныхъ приспособленій раздѣльной системы должна отъ времени до времени провѣряться; за ея смотровыми колодцами требуется постоянный надзоръ. При плохомъ надзорѣ во время сильнаго ливня засоренные коллектора смѣшанной системы могутъ не вмѣстить всей дождевой воды,

что будетъ имѣть слѣдствіемъ затопленіе подвальныхъ помѣщеній; то же самое можетъ произойти при закупоркѣ осадками коллекторовъ раздѣльной системы.

54. Перекачиваніе нечистотъ насосами.

Если городъ расположенъ на очень плоской мѣстности, то можетъ оказаться совершенно невозможнымъ удалить нечистоты изъ него самотекомъ, въ виду чего приходится прибѣгать къ какому-нибудь способу перекачиванія. Для этой цѣли нечистоты сводятся самотекомъ къ сборнымъ колодцамъ, откуда уже и перекачиваются въ надлежащее мѣсто. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ оказывается возможнымъ удалить часть нечистотъ изъ города гравитаціонной сѣтью, въ то время какъ другую часть, съ болѣе низкаго мѣста, приходится поднимать на нѣсколько футовъ, чтобы впустить въ главный отводный коллекторъ. Въ Лондонѣ значительная часть нормальнаго количества нечистотъ перекачивается; то же самое имѣетъ мѣсто во многихъ европейскихъ и американскихъ городахъ. Такъ, въ Бостонѣ, нѣтата Массачузетсъ, половина всѣхъ нечистотъ нагнетается на высоту 35 футовъ и выпускается во время прилива въ море.

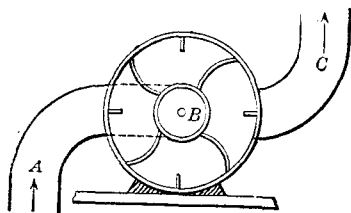
Входящій въ сборный колодезь коллекторъ, имѣетъ обыкновенно у своего конца сѣтчатый ящикъ для задерживанія разныхъ крупныхъ предметовъ, попадающихъ въ нечистотныя жидкости. Къ этимъ предметамъ относятся: тряпки, выбрасываемыя въ пріемники безпечными обывателями, палки, лимонныя корки и т. д.

Къ другому способу процѣживанія, заключающемуся въ пропусканіи жидкостей черезъ слой кокса прибѣгаютъ тогда, когда нечистоты вообще очищаются фильтрованіемъ. Въ этомъ случаѣ болѣе грубые предметы задерживаются желѣзными сѣтками, въ то время какъ болѣе мелкія органическія вещества и часть растворившейся матеріи поглощается коксомъ. Если коксъ загрязняется, то онъ замѣняется свѣжимъ.

Такъ какъ нечистотныя жидкости состоятъ главнымъ образомъ изъ воды, то всѣ относящіеся сюда расчеты производятся по тѣмъ же правиламъ, какъ и для водопроводной воды. Въ отличіе отъ насосовъ, служащихъ для перекачки

свѣжей воды, въ данномъ случаѣ насосные цилиндры снабжаются ручными лазами для болѣе удобной очистки ихъ.

При малой высотѣ нагнетанія пользуются центробѣжными насосами, которые являются въ этомъ случаѣ болѣе цѣлесообразными и экономичными. Эти насосы по своему



Черт. № 33.

принципу сходны съ турбинами, съ тою разницей, что турбина производитъ работу за счетъ энергіи воды, тогда какъ центробѣжный насосъ затрачиваетъ извѣстную энергію для подыманія этой послѣдней. Рабочей частью центробѣжнаго насоса является колесо, состоящее изъ цѣлаго ряда лопатокъ, расположенныхъ равномерно по его окружности (черт. № 33). Колесо это размѣщается въ герметическомъ кожухѣ, къ которому присоединяются всасывающая труба *А* и нагнетательная труба *С*; если колесо привести въ быстрое вращательное движеніе, то вода всасывается въ центральную часть *В*, гдѣ образуется разрѣженное пространство; отсюда вода захватывается лопатками и перебрасывается въ нагнетательную трубу *С*. Въ Чикаго, нѣматъ Иллинойсѣ, пользовались центробѣжными насосами для подыманія нечистотъ въ старые дренажные каналы, направленные къ югу отъ города.

Расходъ на устройство и эксплуатацію насоса, подымающаго нечистоты, увеличиваетъ, конечно, смѣту по сравненію съ гравитаціонной системой, но во всякомъ случаѣ этотъ расходъ не такъ великъ, какъ расходъ по устройству и эксплуатаціи насоса водопроводной системы, такъ какъ обыкновенно высота нагнетанія нечистотъ бываетъ незначительна. Согласно довольно грубому правилу, нагнетаніе 1000000 галлоновъ воды или нечистотъ на высоту 1 фута обходится въ 10 центовъ и на этомъ основаніи, напримѣръ, годичный

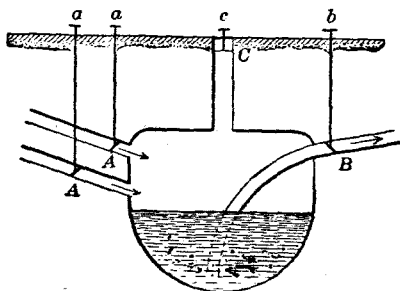
расходъ на нагнетаніе нечистотныхъ жидкостей на высоту 15 футовъ изъ города, съ населеніемъ въ 20000 жителей, долженъ быть равенъ 11000 долларовъ.

55. Вакуумъ-система.

Собственно говоря, вакуумомъ (разрѣженнымъ пространствомъ) пользуются почти во всякомъ насосѣ для всасыванія воды, но однако-же примѣненіе этого принципа для удаленія нечистотъ изъ города потребовало новыхъ спеніальныхъ приспособленій. Родиной этой системы является Голландія, въ которой многіе города расположены ниже уровня моря и потому постоянно нуждаются для удаленія своихъ нечистотъ въ какомъ-нибудь способѣ накачиванія.

Возникнувъ тамъ около 1870 года, она распространилась по Бельгіи и Франціи и настолько развилась, что стала считаться самымъ дѣйствительнымъ и экономичнымъ способомъ при мѣстныхъ условіяхъ.

Самая старая вакуумъ-система принадлежитъ Liegnitzу. Эта система заключается въ цѣломъ рядѣ чугунныхъ трубъ, съ діаметромъ въ 5 дюймовъ, въ которыхъ періодически поддерживается разрѣженное пространство при помощи воздушныхъ насосовъ, установленныхъ на центральной станціи. Эти трубы идутъ отъ закрытыхъ резервуаровъ, расположенныхъ при пересѣченіи улицъ, въ большіе сборные колодцы, изъ которыхъ нечистотныя жидкости могутъ уже сплавляться самотекомъ либо въ море, либо на поля орошенія. На черт. № 34 мы имѣемъ изображеніе такого закрытаго резервуара или эвакуатора, какъ его принято на-



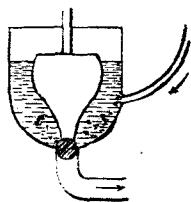
Черт. № 34.

зывать; онъ дѣлается изъ чугуна и имѣетъ около 3 футовъ въ діаметръ и столько-же въ высоту. Изъ жилыхъ помѣщений нечистоты поступаютъ въ него самотекомъ по уличнымъ трубамъ *АА*, послѣ чего онъ уже всасываются въ трубу *В*, въ которой поддерживается разрѣженное пространство.

Когда эвакуаторъ наполняется, то клапаны *АА* открыты, тогда какъ клапанъ *В* закрытъ; когда-же онъ долженъ быть очищенъ отъ жидкости, то, наоборотъ, клапаны въ *АА* закрываются, а въ *В* и *С* открываются и атмосферное давленіе выталкиваетъ нечистоты черезъ трубу *В* въ сборный колодезь. Эвакуаторы опоражниваются по очереди дежурнымъ во время дневного обхода и въ теченіи всего этого времени воздушные насосы поддерживаютъ постоянный вакуумъ въ трубахъ.

Система *Liebig's* не была рассчитана на жидкіе кухонные отбросы, а принимаетъ только экскременты, разбавленные водой. Такъ какъ эвакуаторы оказывались иногда недостаточными для вмѣщенія жидкостей сразу изъ нѣсколькихъ домовъ, то излишекъ задерживался въ трубахъ *А*, изъ которыхъ при соотвѣтствующихъ манипуляціяхъ клапанами содержимое выгружалось въ эвакуаторъ по очереди. Этотъ способъ обусловливалъ всасываніе изъ домовыхъ приемниковъ, такъ что каждый изъ нихъ былъ снабженъ особымъ клапаномъ, предупреждающимъ образованіе сифона. Въ Амстердамѣ было устроено шесть такихъ системъ, причемъ каждая изъ нихъ обслуживала 5000 жителей; стоимость нечистотныхъ жидкостей, какъ удобренія, значительно покрывала затраты на эксплуатацію всего сооруженія.

Вакуумъ-система *Beglier's* основана на той-же идѣ, какъ и вышеописанная система, причемъ нѣкоторая разница заключается лишь въ деталяхъ. Здѣсь вакуумъ поддерживался постоянно въ уличныхъ трубахъ, а резервуары (черт. № 35), небольшіе по своимъ размѣрамъ, устанавливались въ подвальномъ помѣщеніи всякаго дома. Всасывающая труба, выходящая изъ дна резервуара, закрывалась резиновымъ шарикомъ, соединеннымъ съ поплавкомъ, который, когда эвакуаторъ оказывался достаточно заполненнымъ, подымался и нечистотныя жидкости проталкивались



Черт. № 35.

атмосфернымъ давленіемъ черезъ трубы въ сборный колодезь. Первоначально предполагалось, что эта система будетъ дѣйствовать вполне автоматически, но затѣмъ явилась необходимость пропускать нечистотныя жидкости по пути въ эвакуаторъ черезъ фильтръ, чистка котораго причиняла много неудобствъ. Тѣмъ не менѣе, эта система примѣнялась не безъ успѣха въ Парижскомъ и Ліонскомъ округахъ.

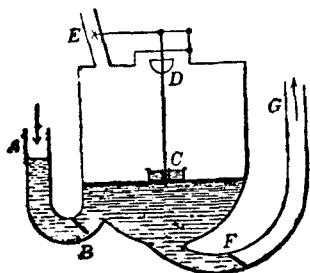
Вакуумъ-система вовсе не употреблялась въ Америкѣ, а съ 1885 года ея распространеніе стало очень ограниченнымъ и въ Европѣ. Это зависитъ, пожалуй, отъ того, что названная система принимаетъ лишь экскременты, тогда какъ удаленіе кухонныхъ отбросовъ требуетъ какихъ либо другихъ приспособленій. Система Berlier'a не заслуживаетъ большаго вниманія, чѣмъ система Liernur'a, такъ какъ эвакуаторъ, установленный въ подвальномъ помѣщеніи, при наилучшихъ условіяхъ долженъ приносить много безпокойства. Вообще говоря, ни одна система не можетъ по своей чистотѣ и дѣйствительности сравниться съ нагнетаніемъ посредствомъ сжатого воздуха.

56. Система Shon'a.

Система удаленія нечистотъ при помощи сжатого воздуха была изобрѣтена Shon'омъ въ 1878 году, почему и носить названіе системы Shon'a. Она была примѣнена во многихъ городахъ Англіи, въ двухъ, трехъ городахъ Америки, а также и на всемірной выставкѣ въ Чикаго, въ 1893 году. Въ системѣ Shon'a совмѣщается способъ накачиванія при помощи сжатого воздуха съ раздѣльной гравитационной системой, причемъ опытъ доказалъ, что эта система гораздо дѣйствительнѣе и цѣлесообразнѣе, чѣмъ вышеописанная вакуумъ-система.

Городъ раздѣляется на нѣсколько участковъ, причемъ собственно нечистотныя жидкости съ каждаго такого участка собираются самотекомъ по обыкновенной системѣ коллекторовъ въ особаго устройства закрытый резервуаръ, (черт. № 36), называемый эжекторомъ, до тѣхъ поръ, пока не откроется клапанъ, передвигаемый поплавкомъ. При открытіи же названнаго клапана въ резервуаръ врывается сжатый

воздухъ, который и проталкиваетъ нечистоты черезъ нагнетательную трубу въ предназначенное для нихъ мѣсто. На чертежѣ обозначенъ самый низкій уровень для нечистотъ въ резервуарѣ, который устанавливается послѣ выталкиванія нечистотъ. По мѣрѣ поступленія нечистотъ по трубѣ *AB*, поплавокъ *C* постепенно поднимается вдоль стержня, пока не упрется, наконецъ, въ поперечину *D*.



Черт. № 36.

Вслѣдъ за этимъ вмѣстѣ съ поплавкомъ поднимается и стержень и, дѣйствуя на рычагъ, открываетъ клапанъ *E*, черезъ который проникаетъ въ резервуаръ сжатый воздухъ. Подъ давленіемъ послѣдняго закрывается клапанъ *B* и открывается *F* и нечистоты выталкиваются черезъ нагнетательную трубу *FG*. Какъ только поплавокъ достигаетъ уровня *C*, то подъ вліяніемъ его вѣса закрывается клапанъ *E*, а затѣмъ, подъ давленіемъ жидкостей въ нагнетательной трубѣ, закрывается и клапанъ *F*; послѣ чего повторяется тотъ-же самый процессъ.

Канализація всемірной выставки въ Чикаго была самой большой канализаціей, устроенной по системѣ Шона. Такъ какъ территория выставки представляла изъ себя горизонтальную плоскость, а вмѣстѣ съ тѣмъ было не желательно направлять нечистотныя жидкости безъ предварительной очистки въ озеро Мичиганъ, пришлось прибѣгнуть къ осадочнымъ бассейнамъ, въ которые жидкости перекачивались при помощи эжекторовъ Шона. Сѣтъ для отведенія нечистотныхъ жидкостей изъ выставочныхъ зданій, имѣвшая въ общемъ длину въ 3 мили, состояла изъ 6—8 дюймовыхъ гончарныхъ трубъ. Всѣхъ эжекторныхъ станцій имѣлось 26, въ каждой изъ нихъ находилось по 2 эжектора, причемъ они соединялись съ центральной станціей сжатого воздуха 5 милями чугунныхъ трубъ, имѣющихъ отъ 3 до 10 дюймовъ въ діаметрѣ. Отъ эжекторовъ къ осадочнымъ бассейнамъ направлялся цѣлый рядъ чугунныхъ трубъ, имѣющихъ въ діаметрѣ отъ 6 до 30 дюймовъ и общую длину въ 4,8 мили. Что-же касается высоты подъема, то она

составляла отъ самаго низкаго эжектора до верхняго осадочнаго бассейна 67¹/₂ футовъ, причемъ общій напоръ, состоящій изъ напора статическаго и напора тренія, достигалъ 108 футовъ. Мощность всего этого сооруженія оказалась достаточной для удаленія нечистотныхъ жидкостей отъ 600000 человекъ, въ количествѣ 14 галлоновъ на человека въ день.

Не подлежитъ сомнѣнiю, что система Shon'a является наиболѣе дѣйствительной системой удаленія нечистотъ изъ низменности или же поднимающа ихъ въ осадочные бассейны. Дѣйствіе сжатaго воздуха проявляется исключительно въ эжекторахъ и напорныхъ трубахъ и не имѣетъ никакого влiянiя на водяные затворы домовыхъ приѣмниковъ. Сущность системы Shon'a заключается, собственно говоря, въ особомъ способѣ накачиванiя, причемъ ея успѣхъ зависитъ отъ удачнаго соединенiя раздѣльной гравитаціонной системы съ автоматическимъ накачиванiемъ при помощи эжекторовъ. Но, являясь очень цѣлесообразной, система Shon'a оказывается однако очень дорогой какъ по своему сооруженiю, такъ и по своей эксплуатаціи. Для каждой станціи требуются непременно два эжектора для того, чтобы одинъ изъ нихъ могъ всегда продолжать работу на случай неисправности другого; кромѣ того, сооруженіе центральной станціи для сжатaго воздуха требуетъ солидныхъ затратъ. Однако, если нечистоты должны быть накачиваемы на достаточную высоту и если канализаціонная система данной мѣстности можетъ быть успѣшно приспособлена къ соединенiю съ эжекторной станціей, то весьма вѣроятно, что система Shon'a можетъ по своей экономичности конкурировать со всякой другой системой накачиванiя.

57. Стоимость и обложеніе.

Стоимость канализаціонныхъ системъ можетъ быть сравниваема или по отношенiю къ единицѣ длины сѣти или по отношенiю къ населенiю. Въ первомъ случаѣ общая стоимость всей системы дѣлится на число погонныхъ футовъ коллекторовъ, а во второмъ на количество населенiя города. Одинъ погонный футъ обходится въ смѣняемой системѣ отъ 3 до 6 долларовъ, а въ раздѣльной отъ 0,5 до 1 дол-

лара, причемъ въ послѣднемъ случаѣ слѣдуетъ прибавить еще стоимость сѣти, служащей для отвода осадковъ.

Совершенно невозможно сказать заранѣе, окажется ли раздѣльная система безусловно дѣйствительнѣе и экономичнѣе для даннаго города. Для удачнаго разрѣшенія этого вопроса инженеръ долженъ предварительно тщательно изучить топографію и условія мѣстности, имѣя въ виду при этомъ количество выпадающихъ осадковъ, и только послѣ всего этого сопоставленіе проектовъ и смѣтъ можетъ привести къ опредѣленному заключенію. Нѣтъ сомнѣнія въ томъ, что съ 1890 года замѣчается рѣзкое тяготѣніе къ раздѣльной системѣ въ ущербъ сборной; въ виду этого обстоятельства слѣдуетъ позаботиться прежде всего объ составленіи смѣтъ на удаленіе жидкостей, какъ нечистотныхъ, такъ и атмосферныхъ по раздѣльной системѣ.

Расходы на устройство канализаціи обыкновенно встрѣчаютъ къ себѣ иное отношеніе, чѣмъ расходы на устройство водопровода. Всякій прекрасно понимаетъ, что онъ долженъ платить за чистую воду, но очень не многіе мирятся съ расходомъ на удаленіе нечистотъ. Города всегда легко получаютъ разрѣшеніе на выпускъ облигацій для устройства водопровода, потому что поступленія за воду съ избыткомъ покрываютъ проценты по нимъ.

Американскіе города совершенно не взимаютъ особой платы за пользованіе канализаціей, а хотя въ Европейскихъ городахъ это и практикуется, но эта плата покрываетъ обыкновенно только эксплуатаціонные расходы. Вообще говоря, канализаціонный вопросъ, въ смыслѣ постройки канализаціонныхъ сооружений, прогрессируетъ гораздо медленнѣе, чѣмъ вопросъ о постройкѣ водопроводовъ, такъ какъ обыкновенно лишь съ большимъ трудомъ удается убѣдить плательщиковъ въ необходимости новыхъ налоговъ.

Расходы на постройку канализаціи бываютъ по большей части настолько велики, что ихъ трудно покрыть налогами въ теченіи одного года, въ виду чего приходится прибѣгать къ облигаціонному займу. Такимъ образомъ, добавочный налогъ будетъ слагаться изъ процентовъ по облигаціямъ и взносовъ въ погасительный фондъ.

Возьмемъ для примѣра городъ съ 20000 населеніемъ предполагая, что его имущество оцѣнивается въ 3500000

долларовъ, что размѣръ годового обложенія составляетъ 1,5 цента на долларъ и что стоимость его канализаціи опредѣляется въ 60000 долларовъ. Если облигаціонный заемъ выпущенъ изъ 5% съ погашеніемъ на 20 лѣтъ, то добавочный годовой налогъ составитъ: изъ 3000 долларовъ—проценты по облиганіямъ, и изъ ежегоднаго взноса въ погасительный фондъ, который, считая, что этотъ фондъ будетъ приносить 3% сложныхъ, выразится суммой въ 2200 долларовъ. Такимъ образомъ, добавочный годовой налогъ составитъ 0,15 цента на долларъ, а общій налогъ на 20 лѣтъ, вплоть до выплаты расходовъ на постройку канализаціи, повысится до 1,65 цента на долларъ.

Другой способъ финансированія канализаціонныхъ сооружений заключается въ раздѣленіи расходовъ по сооруженію на двѣ части, одна изъ которыхъ оплачивается прибавкой къ общему налогу, какъ указано выше, а другая покрывается особымъ обложеніемъ владѣльцевъ усадебъ, расположенныхъ вдоль канализаціонной сѣти. Этотъ способъ покрытія расходовъ, пожалуй, справедливѣе перваго: хотя несомнѣнно, что весь городъ въ его цѣломъ выигрываетъ отъ проведенія канализаціи, но однако владѣльцы усадебъ, расположенныхъ вдоль канализаціонной сѣти, остаются еще въ большей выгодѣ, благодаря повышенію цѣны на ихъ имущество. Поэтому естественно, чтобы они несли и соотвѣтственно большій расходъ.

Что-же касается до части общихъ расходовъ, которая должна быть покрыта этимъ обложеніемъ, то по этому вопросу нельзя составить опредѣленнаго мнѣнія и потому всякій городъ долженъ рѣшать этотъ вопросъ по собственному усмотрѣнію. Однако-же несомнѣнно, что размѣръ обложенія долженъ быть пропорціоналенъ длинѣ усадебъ по канализованной улицѣ, а не общей ея стоимости, такъ какъ возрастаніе цѣны усадьбы, въ зависимости отъ устройства канализаціи, будетъ пропорціонально числу зданій, которыя могутъ быть на ней построены вдоль улицы. Кромѣ того, величина обложенія не должна зависѣть отъ величины уличнаго коллектора. Если считать, что величина этого спеціальнаго обложенія должна покрывать стоимость коллекторовъ наименьшихъ возможныхъ размѣровъ, не включая сюда стоимость дождеприемниковъ, смотровыхъ колодцевъ и флюнгъ-

танковъ, то такимъ образомъ покроется $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$ общихъ расходовъ.

При проектировании канализации необходимо принять во вниманіе приростъ населенія, но однако-же предусматривать дальше, чѣмъ на 10—20 лѣтъ не стоитъ, тѣмъ болѣе что подсчетъ прироста за болѣе длинный періодъ времени не можетъ имѣть за собой достаточнаго основанія. Если облигаціонный заемъ выпущенъ, максимумъ, на 20 лѣтъ и будетъ покрытъ соотвѣтственными налогами, то по истеченіи этого срока можно приступить къ расширенію и усиленію канализации.

Въ вопросахъ санитаріи мы должны имѣть въ виду опытъ нашихъ предковъ; настоящее и ближайшее будущее требуетъ отъ насъ напряженнаго вниманія и работы, но задачи болѣе отдаленнаго будущаго мы должны оставить на разрѣшеніе нашимъ пріемникамъ. Избѣгая нашихъ ошибокъ и развивая наши положительные выводы, они лучше насъ сумѣютъ справиться съ санитарными задачами.

Глава У.

Удаленіе мусора и обезвреживаніе нечистотныхъ водъ.

58. Чистка улицъ.

Мусоръ, который накапливается на улицахъ, состоитъ обыкновенно изъ навоза, бумажекъ, листьевъ и земли, обращенной въ пыль. Количество этой послѣдней зависитъ всецѣло отъ свойства уличной мостовой и можетъ быть поэтому въ 10 разъ больше на макадамѣ, чѣмъ на асфальтовой мостовой. Что-же касается остальныхъ веществъ, то количество ихъ увеличивается или уменьшается сообразно характеру города, его промышленности и величинѣ проѣзда. Въ густо-населенномъ городѣ на каждой милѣ мостовой собирается въ теченіи года приблизительно около 1000 куб. ярдовъ мусора, удаленіе которыхъ обходится около 500 долларовъ.

Каждый домовладѣлецъ обязанъ содержать въ чистотѣ ту часть троттуара, которая расположена передъ его домомъ. Кромѣ того, въ тѣхъ городахъ, гдѣ между улицей и троттуаромъ имѣются лотки, ему еще вмѣняется въ обязанность поддерживать ихъ ремонтомъ и заботиться объ ихъ чистотѣ. Обыкновенно отсюда мусоръ сметается просто на улицу, откуда его затѣмъ удаляютъ на общественный счетъ. Гораздо правильнѣе однако-же, чтобы домовладѣлецъ не имѣлъ никакого отношенія къ устройству и содержанію лотковъ; а еще лучше не устраивать какихъ-либо лотковъ вообще за исключеніемъ тѣхъ, которые образуются сами собой въ томъ случаѣ, когда поверхности улицы придаетъ выпуклая форма.

Матеріаль, изъ котораго сдѣлана мостовая, вліяетъ до нѣкоторой степени на состояніе здоровья сосѣднихъ жителей. Замошеніе улицъ булыжникомъ способствуетъ распространенію заразы и всяческихъ заболѣваній, такъ какъ органическая матерія накапливается и разлагается подъ камнями и въ промежуткахъ между ними. Деревянная мостовая, конечно, очень чиста и удобна на первыхъ порахъ; но зато послѣ нѣсколькихъ лѣтъ пользованія она быстро начинаетъ гнить и поглощать жидкіе органическіе отбросы; поэтому та пыль, которая на ней образуется, всегда пропитана бактеріями. Макадамовая мостовая, прекрасная для пригородныхъ мѣстностей, въ городѣ быстро изнашивается, превращаясь либо въ грязь, либо въ пыль. Бельгійская мостовая и гранитная производятъ мало пыли и могутъ быть содержимы въ чистотѣ въ томъ случаѣ, если камни уложены на бетонномъ основаніи и притомъ хорошо пригнаны одинъ къ другому. Самой гигиеничной является, безусловно, асфальтовая мостовая, которая не поглощаетъ грязи и требуетъ наименьшихъ затратъ на чистку.

Въ деревняхъ чистка улицъ предоставляется дождю, а ихъ поверхность подновляется ежегоднымъ ремонтомъ. Обыкновенно, если благосостояніе деревни растетъ и если она превращается въ городъ, въ ней тогда устраиваютъ макадамовую мостовую, которую подвергаютъ скобленію разъ или два въ годъ. Когда-же, наконецъ, этотъ городокъ приобретаетъ значеніе центральнаго города для своего района, макадамовую мостовую замѣняютъ каменной или асфальтовой. Въ этомъ случаѣ мойка и чистка мостовой должна производиться по меньшей мѣрѣ еженедѣльно и, если городъ представляетъ изъ себя оживленный торговый центръ съ большимъ передвиженіемъ грузовъ по улицамъ, то обязательно каждый день.

Скобленію подвергаютъ асфальтовую и всякую другую мостовую, устроенную изъ достаточно гладкаго камня, причемъ улицу, для облегченія удаленія грязи, предварительно поливаютъ. Скобленіе производится обыкновенно въ тѣхъ случаяхъ, когда количество грязи на мостовой очень велико, какъ это бываетъ, на примѣръ, на тѣхъ улицахъ, которыя чистятся только разъ въ недѣлю. Операция эта производится особой машиной, которая приводится въ дѣй-

ствіе людьми или лошадыми. Скобленіе начинается обыкновенно съ середины улицы, причемъ собранная грязь постепенно перемѣщается къ троттуарамъ, гдѣ складывается въ кучи и затѣмъ вывозится въ колымажкахъ.

Однако, если чистка улицы производится ежедневно, то гораздо цѣлесообразнѣе сметать соръ, вмѣсто того, чтобы его соскабливать. Въ этомъ случаѣ пользуются главнымъ образомъ соответствующими машинами, которыя снабжены цѣлымъ рядомъ круглыхъ вращающихся щетокъ. Такъ какъ оси этихъ щетокъ расположены подъ угломъ къ направленію улицы, то и въ данномъ случаѣ грязь при поступательномъ движеніи машины постоянно перемѣщается къ троттуару. Обметаніе обыкновенной метлой производится по большей части какъ дополненіе къ чисткѣ машиной. Это имѣетъ мѣсто главнымъ образомъ при булыжной мостовой. Нѣтъ, конечно, сомнѣнія въ томъ, что работа машины гораздо быстрѣе работы человѣка: въ то время какъ человѣкъ очищаетъ въ теченіи одного часа отъ 500—1000 кв. ярдовъ, машина, требующая работы одного человѣка и одной лошади, очищаетъ въ тотъ-же промежутокъ времени площадь въ 10 разъ большую.

Чистка улицъ начинается обыкновенно вечеромъ и продолжается въ теченіи всей ночи, а вывозка мусора начинается только послѣ полуночи. Въ нѣкоторыхъ европейскихъ городахъ, послѣ обметанія асфальтовой мостовой, ее еще и моютъ при помощи ручныхъ щетокъ. Извѣстно, что американскія улицы по своей чистотѣ значительно уступаютъ европейскимъ, и обратно, что улицы въ американскихъ деревняхъ содержатся значительно лучше, чѣмъ въ Европѣ.

Изъ города мусоръ вывозится въ его окрестности, гдѣ онъ можетъ быть употребленъ для засыпки болотъ и низменностей. Въ большихъ приморскихъ городахъ мусоръ иногда вывозится въ баржахъ въ море и тамъ выбрасывается. Въ тѣхъ случаяхъ, когда по своему свойству мостовая не даетъ особенно много пыли, уличный мусоръ состоитъ исключительно изъ животной и растительной матеріи, такъ что онъ можетъ быть сожженъ или переваренъ въ особаго рода печахъ вмѣстѣ съ домашнимъ мусоромъ.

Въ Европѣ въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ землевладѣльцы собираютъ мусоръ для удобренія своихъ полей, но въ Америкѣ это не практикуется, такъ какъ расходъ на собираніе отбросовъ никогда не окупается. Въ городахъ, имѣющихъ смѣшанную систему канализаціи, часть уличного мусора сплавляется во время дождя въ пріемные колодцы; эта мѣра въ сущности очень не желательна, но въ случаѣ, если бы она была разрѣшена въ силу тѣхъ или иныхъ соображеній, то сплавка мусора въ эти колодцы должна непременно совершаться подъ надзоромъ инженера, завѣдующаго сѣтью.

Экономичный способъ удаленія уличного мусора является очень существеннымъ вопросомъ для городского хозяйства. Неудовлетворительное выполненіе этой задачи въ Америкѣ объясняется тѣмъ, что забота о чисткѣ улицъ возлагается не на городского инженера, что всего естественнѣе, а на городской совѣтъ и его политическихъ единомышленниковъ. Между тѣмъ, дѣятельность городского инженера, такъ-же какъ и служба въ арміи и во флотѣ, должна быть независима отъ политическихъ партій, такъ какъ она имѣетъ въ виду исключительно благосостояніе данной мѣстности. Для того, чтобы достигнуть наибольшей производительности и экономичности при чисткѣ улицъ, какъ и при всякой другой работѣ, необходимо имѣть въ виду тѣ соображенія, которыми руководствуется всякій частный предприниматель, т. е.: 1) заручиться хорошими работниками, 2) сдавать работу по контракту, если это почему либо оказывается выгоднымъ и 3) посредствомъ бдительнаго надзора и контроля добиваться хорошаго исполненія при минимальныхъ затратахъ.

59. Удаленіе домашняго мусора.

Твердые кухонные отбросы подраздѣляются на неорганическіе и органическіе. Къ первымъ относятся пыль, зола и куски металла, а ко вторымъ куски животной и растительной матеріи. Въ деревняхъ всѣ эти отбросы употребляются въ хозяйствѣ: зола идетъ на удобреніе полей или устройство дорожекъ, а органическіе отбросы—на кормъ домашнему скоту. Когда деревня разрастается въ городъ, то органическіе отбросы по большей части вывозятся сель-

скими хозяевами для своихъ нуждъ, а если-же такимъ образомъ не удастся удалить весь мусоръ, то на общественныя деньги нанимается мусорщикъ, которому поручается собираніе и вывозка мусора на свалку. По мѣрѣ роста города и его населенія увеличивается и количество отбросовъ, которые тогда требуютъ уже болѣе систематизированнаго удаленія; во избѣжаніе гніенія и связанной съ нимъ инфекции, они собираются и сжигаются затѣмъ въ соотвѣтствующихъ печахъ.

Во всякомъ случаѣ при каждомъ способѣ удаленія отбросовъ необходимо отдѣлять органическіе отбросы отъ неорганическихъ. Въ городахъ мѣстныя власти, заботясь объ удаленіи отбросовъ, оставляютъ обыкновенно золу на усмотрѣніе каждаго домохозяина. Въ большихъ городахъ то и другое удаляется при содѣйствіи городского управленія, но обязательно отдѣльно.

Въ Европѣ минеральные отбросы, какъ-то: куски металла, зола и угольный мусоръ имѣютъ извѣстную рыночную цѣнность. Въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ Америки появляются уже контрагенты, которые забираютъ минеральные отбросы изъ домовъ и отвозятъ ихъ въ окрестности города для сортировки и продажи. Собираніе органическихъ отбросовъ далеко не такъ выгодно, такъ какъ послѣдніе менѣе цѣнны. Однако, въ Европѣ находятъ возможнымъ заниматься и ихъ сортировкой: такъ напримѣръ, хотя тряпки и лохмотья мало цѣнятся, зато кости употребляются для удобренія полей. Органическіе отбросы въ американскихъ городахъ не находятъ себѣ примѣненія, почему очень важно разрѣшить возможно лучшую стоящую на очереди задачу о способѣ ихъ удаленія и обезвреживанія при наименьшихъ затратахъ.

Во многихъ городахъ домохозяинъ обязанъ имѣть при своемъ домѣ мусорный ящикъ, содержимое котораго ежедневно вывозится объѣзжающими городъ колымажками. Однако, эготъ способъ удаленія отбросовъ не вполне рационаленъ, такъ какъ, во-первыхъ, прислуга по большей части не чиститъ этихъ ящиковъ, а во-вторыхъ, во время провоза по городу органическіе отбросы производятъ непріятный запахъ. Между тѣмъ, если-бы городское управленіе взяло на себя поставку чистыхъ ящиковъ, то описанный

способъ соотвѣтствовалъ-бы исполнѣ своему назначенію. Для этого было-бы желательно, чтобы мусорщикъ, собирая наполненные мусоромъ ящики, замѣнялъ-бы ихъ въ каждомъ домѣ чистыми. Перевозка грязныхъ ящиковъ, снабженныхъ обязательно какимъ нибудь затворомъ, пройдетъ на улицахъ незамѣченной. Величина ящиковъ должна быть достаточной для вмѣщенія всего количества отбросовъ въ промежуткѣ между перемѣнами, которыя должны происходить не рѣже, чѣмъ черезъ каждые два дня.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда органическіе отбросы вывозятся на поля, гдѣ служатъ удобреніемъ, или-же выбрасываются въ море, они иногда sprыскиваются известью съ цѣлью уничтоженія зловонія, связаннаго съ разложеніемъ. При этомъ нѣтъ необходимости отдѣлять органическіе отбросы отъ неорганическихъ. Способъ удаленія отбросовъ въ баржахъ въ море очень удаченъ, если они выбрасываются на разстояніи нѣсколькихъ миль отъ берега, ибо въ противномъ случаѣ отбросы постоянно будутъ возвращаться обратно къ берегу подъ вліяніемъ прилива и вѣтра. Что-же касается способа удаленія отбросовъ на поля, то онъ можетъ оказаться дѣйствительнымъ лишь въ томъ случаѣ, если отбросы вывозятся на значительное разстояніе отъ города и распредѣляются на поляхъ небольшими порціями. Но однако-же, достиженіе при этихъ двухъ способахъ хорошихъ результатовъ связано съ большими денежными затратами.

Тѣ измѣненія, которымъ подвергается при этомъ органическая матерія, подобны описаннымъ нами (гл. I, § 6) процессамъ превращенія мертвой органической матеріи въ живую. Въ обоихъ случаяхъ доставляемый кислородъ (O) вліяетъ на углеродъ (C) и въ результатѣ получается углекислота (CO_2). Затѣмъ, вслѣдъ за освобожденіемъ азота (N) и водорода (H), получается амміакъ (NH_3), который, подъ вліяніемъ кислорода, въ соединеніи съ металлами образуетъ сперва нитриты (MNO_2), а затѣмъ нитраты (MNO_3).

Такимъ образомъ, при обильномъ количествѣ кислорода мертвая органическая матерія превращается въ безвредныя газы и твердыя неорганическія тѣла. Между тѣмъ, при недостаточномъ количествѣ кислорода, процессъ окисленія становится непременно болѣе сложнымъ: въ резуль-

татъ получается гніеніе и связанное съ нимъ выдѣленіе зловонныхъ газовъ. Соединеніе углекислоты съ амміакомъ и другими веществами приводитъ къ образованію газообразныхъ веществъ, которыя по общему убѣжденію приносятъ здоровью гораздо больше вреда, чѣмъ продукты разложенія при обыкновенныхъ условіяхъ.

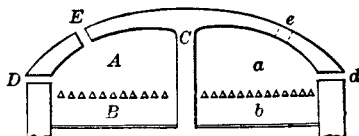
При всякомъ способѣ удаленія органическихъ отбросовъ самое главное — удалять ихъ черезъ небольшіе промежутки до начала процесса разложенія и размѣщать ихъ такъ, чтобы кислородъ имѣлъ доступъ ко всякой частицѣ и предотвращалъ бы такимъ образомъ возможность гниlostнаго разложенія. Не смотря на всю свою цѣлесообразность, такое размѣщеніе легко приводится въ исполненіе только лишь въ деревнѣ, въ одиноко стоящихъ усадьбахъ, тогда какъ въ городахъ, гдѣ постоянно накапливаются отбросы нѣсколькихъ тысячъ жителей, размѣщеніе ихъ оказывается очень трудно выполнимымъ. Въ виду этихъ затрудненій пришлось прибѣгнуть къ обезвреживанію ихъ другими способами, описаніе которыхъ слѣдуетъ въ ближайшихъ §§.

60. Сожиганіе отбросовъ.

Хотя обезвреживаніе органическихъ отбросовъ посредствомъ сожиганія въ кухонной печкѣ примѣнялось еще въ далекомъ прошломъ, тѣмъ не менѣе специально для этого приноворожденные печи вошли въ употребленіе только уже послѣ 1880 года. Изъ всѣхъ способовъ, которыми когда-либо пользовались, способъ разрушенія разлагающихся веществъ при помощи огня, безусловно самый дѣйствительный. При этомъ органическая матерія, окисляясь, образуетъ газы и оставляетъ послѣ себя только одну золу, тогда какъ сопровождающія ее бактеріи, подъ вліяніемъ высокой температуры, погибаютъ. Однако и этотъ способъ имѣетъ два крупныхъ недостатка, именно: 1) дороговизну и 2) вѣроятность образованія дурного запаха. Тѣмъ не менѣе, практика привела къ заключенію о возможности устраненія этихъ недостатковъ и въ настоящее время многіе города въ Европѣ и въ Америкѣ сожигаютъ съ большимъ успѣхомъ свои отбросы, избѣгая при этомъ большихъ расходовъ.

При сожиганіи органическихъ отбросовъ примѣняются особаго рода печи (деструкторы), обложенныя огнеупор-

нымъ кирпичемъ. Такая печь изображена въ поперечномъ разрѣзѣ на черт. № 37, гдѣ *A* есть камера, въ которой сжигаютъ мусоръ, *B*—зольникъ, *E*—одно изъ отверстій для загрузки отбросовъ и *D*—отверстіе для ниуровки. Камера *A* имѣетъ, примѣрно, 5 футовъ въ ширину и отъ 15 до 20 футовъ въ длину. Въ качествѣ топлива пользуются нефтью,



Черт. № 37.

которая впрыскивается по трубамъ въ различныя мѣста вышніе и ниже рѣшетки. Газообразные продукты горѣнія изъ камеры *A* переходятъ въ камеру *a*, гдѣ производится ихъ дальнѣйшее сжиганіе при помощи горячей нефти. Послѣ этого газообразные продукты направляются въ атмосферу черезъ посредство высокой трубы или-же, съ цѣлью полного окисленія, въ топку парового котла.

Въ другомъ, болѣе простомъ устройствѣ, обѣ камеры *A* и *a* служатъ для сжиганія отбросовъ, а газы выходятъ черезъ одну общую трубу. Первоначально вмѣсто нефти пользовались газообразнымъ топливомъ. При печахъ болѣе ранняго происхожденія пользовались въ качествѣ горючаго матеріала углемъ; однако, примѣненіе этого послѣдняго требуетъ опытнаго кочегара. Черт. № 37 даетъ только самое общее понятіе о деструкторѣ, такъ какъ различныя части устройства видоизмѣняются въ каждой отдѣльной конструкции.

Сжиганіе отбросовъ очень практикуется въ Англіи и въ нѣсколько меньшемъ масштабѣ также и на Европейскомъ континентѣ. Въ Америкѣ его стали примѣнять въ 1885 году сначала для сжиганія отбросовъ въ лагеряхъ, но съ тѣхъ поръ онъ сталъ распространяться и въ настоящее время примѣняется болѣе чѣмъ въ 20 или даже 30 городахъ. Сжиганіе одной тонны отбросовъ стоитъ, согласно грубымъ вычисленіямъ, 75 центовъ, а такъ какъ въ теченіи года въ городѣ накапливается отъ $\frac{1}{3}$ до $\frac{2}{3}$ тоннъ отбросовъ на человѣка, то обезвреживаніе ихъ при помощи такого способа

обходится, примѣрно, въ 25—50 центовъ въ годъ на человека.

Опыты примѣненія выдѣляющагося горячаго газа для нагрѣванія паровыхъ котловъ, произведенные главнымъ образомъ въ Англіи, не привели, очевидно, къ желаемымъ результатамъ. Попытка утилизаціи золы для производства цемента, вѣроятно, также не увѣнчалась успѣхомъ, такъ какъ о ней не имѣется никакихъ свѣдѣній.

Преимущество этого метода заключается въ томъ, что всякаго рода отбросы и всякій соръ, даже и тотъ, который смѣшанъ съ золой, легко и скоро уничтожается и что въ деструкторахъ, если они имѣютъ достаточные размѣры, могутъ сжигаться даже и трупы павшихъ крупныхъ животныхъ. Къ недостаткамъ его слѣдуетъ отнести дороговизну и жалобы на дурной запахъ, происходящій вслѣдствіе выдѣленія газовъ. Поэтому, не смотря на болѣе или менѣе широкое распространеніе, начавшееся съ 1890 года, эти недостатки являются большой помѣхой для дальнѣйшаго распространія способа сжиганія отбросовъ и есть основаніе думать, что онъ въ скоромъ времени будетъ замѣненъ вывариваніемъ отбросовъ, какъ способомъ болѣе чисто-плотнымъ и экономичнымъ.

61. Варка отбросовъ.

Варка отбросовъ заключается въ нагрѣваніи ихъ въ сосудахъ (дигесторахъ) до тѣхъ поръ, пока они не распадутся на воду, жиры и твердыя азотистыя вещества. При этомъ весьма важно, чтобы отбросы не содержали золы и металлическихъ предметовъ, а также, чтобы между ними не было труповъ какихъ-либо павшихъ животныхъ. Въ тѣхъ же случаяхъ, когда всѣ эти предметы собираются безъ разбора, необходимо передъ помѣщеніемъ ихъ въ дигесторъ отобрать одни только органическіе отбросы.

Дигесторъ представляетъ собой вертикальный стальной танкъ, который, послѣ заполненія отбросами, плотно закрывается крышкой. Въ этотъ танкъ по трубкамъ пропускается паръ, при помощи котораго отбросы перевариваются въ теченіи нѣсколькихъ часовъ. Получаемая во время этого процесса вода, азотистыя вещества и жиры располагаются

слѣдующимъ образомъ: вода опускается на дно танка, азотистыя вещества, благодаря своей легкости, стремятся подняться на поверхность, тогда какъ жиры перемѣшиваются съ тѣмъ и другимъ.

Дигесторы, примѣняющіеся зъ настоящее время, въ значительной мѣрѣ отличаются другъ отъ друга въ деталяхъ своего устройства. Наиболѣе удачно сконструированный дигесторъ имѣетъ около 6 футовъ въ діаметръ и около 20 футовъ въ высоту, причемъ верхняя часть его на длинѣ 15 футовъ имѣетъ цилиндрическую форму, а нижняя коническую; для спуска жидкостей въ днѣ дигестора имѣется вентиль. Отбросы загружаются въ верхнюю часть дигестора и располагаются на рѣшеткѣ, отдѣляющей цилиндрическую часть отъ конической.

Послѣ загрузки черезъ дигесторъ пропускается въ продолженіи 6 часовъ паръ, причемъ образующіеся газы вмѣстѣ съ паромъ отводятся по трубѣ изъ верхней части дигестора въ конденсаторъ, гдѣ и сгущаются. По окончаніи процесса варки воду, смѣшанную съ жиромъ, выпускаютъ и затѣмъ даютъ ей отстояться; когда жиръ всплываетъ на поверхность, его снимаютъ. Остающаяся жидкость, окрашенная въ темный цвѣтъ, отводится въ канализаціонный коллекторъ. Плотный остатокъ вынимается черезъ дверцы, устроенныя надъ самой рѣшеткой, кладется подъ прессъ для удаленія остающейся воды и жира, сушится въ печахъ и затѣмъ размельчается въ порошокъ. Полученный жиръ находитъ себѣ сбытъ на мыловаренные заводы, а размельченный плотный остатокъ охотно покупается сельскими хозяевами въ качествѣ удобрения.

Хотя расходъ по устройству и эксплуатаціи дигестора превышаетъ значительно тотъ-же расходъ для деструктора, однако рыночная цѣнность жира и удобрения настолько высока, что въ концѣ концовъ варка нечистотъ обходится дешевле сжиганія въ особенности въ тѣхъ случаяхъ, когда имѣется большое количество отбросовъ. Варка примѣнялась съ большимъ успѣхомъ въ Буффало, Бостонѣ, Филадельфіи и въ другихъ городахъ и общее мнѣніе относительно выдѣляющихся газовъ таково, что они, вообще говоря, не оказываютъ вреднаго вліянія. Вскорѣ послѣ первыхъ опытовъ примѣненія этой системы, нѣкоторые большіе города разра-

ботали различные способы собиранія золы и мусора, при чемъ принѣли къ заключенію, что нѣтъ необходимости производить отдѣленіе органическихъ веществъ отъ минеральныхъ на свалкахъ. Вмѣстѣ съ усовершенствованіемъ способовъ сортировки отбросовъ возрастаетъ и цѣнность золы и металлическихъ отбросовъ и понижается расходъ на эксплоатанію дигесторовъ. Присутствіе бумаги въ дигесторѣ не желательно, почему рекомендуется собирать ее отдѣльно или-же отбирать вмѣстѣ съ золой.

Съ точки зрѣнія санитарнѣ единственный недочетъ этого способа заключается въ томъ, что образующаяся темная жидкость часто спускается въ сосѣднія водовмѣстилища. Между тѣмъ эта жидкость содержитъ большое количество органической матеріи и, хотя находящіяся въ ней бактеріи уничтожаются во время варки, однако другія бактеріи вскорѣ появляются изъ окружающей воды и, дѣйствуя на органическую матерію, производятъ ея разложеніе. Съ цѣлью предупрежденія такихъ нежелательныхъ послѣдствій, слѣдуетъ запрещать сплавленіе названной жидкости въ рѣки или требовать предварительной ея фильтраціи, какъ это описывается въ §§ 68 и 69. Если же предвидится возможность выпусканія этой жидкости въ канализаціонный коллекторъ, то это возраженіе теряетъ свою силу, такъ какъ количество жидкости изъ дигестора очень невелико сравнительно съ количествомъ нечистотныхъ водъ въ самомъ коллекторѣ.

62. Чистка выгребныхъ ямъ.

Отхожее мѣсто и выгребная яма въ принципѣ одно и то-же: какъ тотъ, такъ и другая; представляютъ изъ себя углубленіе или яму въ землѣ съ тою разницей однако, что отхожее мѣсто не глубоко и открыто сверху, тогда какъ выгребная яма глубже и сверху закрыта. Простое отхожее мѣсто является обыкновенно источникомъ всяческой заразы, но выгребная яма, если она хорошо устроена, не такъ опасна для здоровья. Отхожія мѣста принимаютъ только человѣческіе экскременты, а выгребныя ямы заполняются еще, кромѣ того, кухонными отбросами и въ нѣкоторыхъ случаяхъ и частью дождевой воды, стекающей съ крышъ. Для всякой густонаселенной мѣстности

примѣненіе отхожаго мѣста связано съ появленіемъ заболѣваній; такъ напримѣръ, эпидемія тифа, господствовавшая въ 1898 году въ лагеряхъ въ Вестъ-Индіи и въ Соединенныхъ Штатахъ, возникла черезъ посредство простыхъ мухъ, которыя переносили зародыши болѣзни отъ нечистотъ изъ отхожихъ мѣстъ въ употребляемую солдатами пищу. Углубленіе, образующее отхожее мѣсто или выгребную яму, облицовывается кладкой, при чемъ очень часто безъ раствора, для того чтобы нечистотныя жидкости могли легко просачиваться въ почву. Вслѣдствіе этого обычая окружающая почва пропитывается нечистотными жидкостями, а нерѣдко загрязняется и сосѣдній источникъ водоснабженія. Въ Истонѣ, штата Пенсильванія, въ Августѣ 1898 года было зарегистрировано 12 случаевъ заболѣванія тифомъ съ двумя смертными исходами, возникшихъ вслѣдствіе употребленія воды изъ ключа, который былъ зараженъ просачиваніемъ изъ выгребной ямы. Вода этого ключа была признана негодной врачевнымъ управленіемъ, но, не смотря на это, окрестные жители продолжали пользоваться ею.

Во всякой благоустроенной деревнѣ требуется, чтобы отхожія мѣста и выгребныя ямы имѣли непроницаемаго дно и стѣнки, во избѣжаніе просачиванія въ почву, и чтобы содержимое ихъ удалялось черезъ правильныя промежутки, подъ наблюденіемъ врачевнаго управленія. Удаленіе нечистотъ производится при помощи спеціальнаго прибора подрядчикомъ, который обязуется дезинфецировать вывозимыя вещества, ямы и самый приборъ, для того чтобы уничтожить запахъ, умертвить бактеріи и этимъ предупредить зараженіе воздуха.

Земля, уголь, зола и еще нѣкоторыя вещества, подобныя имъ, обладаютъ свойствомъ деодоризаціи, но не дезинфекціи. Вещество называется дезинфецирующимъ въ томъ случаѣ, если оно можетъ приостанавливать процессъ разложенія, черезъ отравленіе обусловливающихъ его бактерій. Когда бактеріи перестаютъ существовать, то одновременно съ этимъ прекращается процессъ разложенія и выдѣленіе вредныхъ газовъ. Наиболѣе дѣйствительными дезинфецирующими средствами признаются: карболовая кислота, желѣзный купоросъ, хлорная известь и нѣкоторыя другія вещества; правильное ихъ примѣненіе во время чистки отхо-

жихъ мѣстъ и выгребныхъ ямъ предотвращаетъ возможность зараженія и дѣлаетъ чистку безопасной. Однако, трудно предполагать, чтобы подрядчикъ, которому поручено это дѣло, сумѣлъ произвести тщательную дезинфекцію и потому желательно, чтобы при этомъ присутствовалъ инспекторъ врачебнаго управленія, который-бы слѣдилъ за исполненіемъ всѣхъ предосторожностей.

Чистка отхожихъ мѣстъ и выгребныхъ ямъ производится наиболѣе успѣшно при помощи пневматической повозки. Последняя представляетъ собой герметически закрытый цилиндръ, установленный на колесахъ и напоминающій по своему виду водовозную бочку. Во время его работы вещества должны быть въ полу-жидкомъ состояніи, для чего, въ случаѣ необходимости, къ нимъ прибавляется небольшое количество воды. Вышеупомянутый цилиндръ соединяется съ ямой при помощи рукава, причемъ клапанъ въ цилиндрѣ остается закрытымъ до тѣхъ поръ, пока весь воздухъ изъ цилиндра не будетъ выкаченъ имѣющимся для этой цѣли воздушнымъ насосомъ. Послѣ этого клапанъ открывается и жидкости подѣ дѣйствіемъ атмосфернаго давленія поднимаются въ цилиндръ. Этотъ процессъ повторяется вплоть до опорожненія ямы или до наполненія цилиндра. При примѣненіи этого способа единственной опасностью является зараженіе атмосферы черезъ воздухъ, выкачиваемый изъ цилиндра. Однако, въ томъ случаѣ, когда воздушный насосъ приводится въ дѣйствіе передвижной паровой машиной, можно направлять этотъ воздухъ въ топку парового котла; если-же работа производится ручнымъ насосомъ, то можно направлять выкачиваемый воздухъ въ сосудъ съ водой, содержащей въ растворѣ карболовую кислоту или же какое-либо другое дезинфецирующее вещество.

Самая трудная часть задачи заключается въ обезвреживаніи содержимаго выгребныхъ ямъ. Въ Европѣ все это продается въ качествѣ удобренія, въ Америкѣ-же этотъ вопросъ осложняется, такъ какъ мѣстные землевладѣльцы разрѣшаютъ выбрасываніе отбросовъ на ихъ поля, но большей части не платятъ за нихъ. Какъ-бы то ни было, употребленіе отбросовъ въ качествѣ матеріала для удобренія возможно лишь, главнымъ образомъ въ деревнѣ и потому городамъ приходится въ силу необходимости выбрасывать

содержимое выгребныхъ ямъ въ воду или-же зарывать его въ землю.

Въ послѣднее время большинство городовъ переходитъ отъ выгребныхъ ямъ къ канализаціи, находя, что этотъ способъ, въ смыслѣ расходовъ и результатовъ, безусловно совершеннѣе. Отхожія мѣста и выгребныя ямы будутъ, конечно, существовать въ деревняхъ еще долгое время, но тотъ фактъ, что эпидеміи дифтерита и тифа повторяются въ деревняхъ гораздо чаще, чѣмъ въ городахъ, долженъ былъ-бы, однако, служить постояннымъ предостереженіемъ, такъ какъ во всякомъ вопросѣ изъ области санитаріи „an ounce of prevention is worth a pound of cure“. (См. § 4).

63. Нечистотныя жидкости и ихъ разложеніе.

Нечистотной жидкостью называется вода, содержащая во взвѣшенномъ и въ растворенномъ состояніи разлагающіеся домашніе отбросы, причемъ, какъ было указано еще въ предыдущей главѣ, количество твердыхъ веществъ не превосходитъ одного процента общаго количества нечистотной жидкости. Въ Европѣ количество твердыхъ веществъ въ нечистотныхъ водахъ колеблется отъ 1000—3000 частей на миллионъ; въ Америкѣ-же, благодаря значительно большому количеству доставляемой водопроводной воды, ихъ количество обыкновенно меньше 1000, а иногда понижается и до 500 на миллионъ. Такъ какъ $\frac{2}{3}$ этого плотнаго остатка приходится на долю органической матеріи, то задача современной канализаціи заключается въ удаленіи этихъ жидкостей до начала процесса разложенія.

Въ то время какъ вода течетъ изъ водопроводныхъ крановъ въ домовые пріемики, она пропитывается воздухомъ и потому нечистотная вода содержитъ всегда большое количество раствореннаго кислорода. Подъ его вліяніемъ бактеріи быстро размножаются и полезная ихъ дѣятельность, т. е. разрушеніе органической матеріи, дѣлается интенсивнѣе. И наоборотъ, когда весь кислородъ израсходуется, то дѣятельность этихъ бактерій прекращается и разложеніе становится гнилостнымъ.

Нечистотныя жидкости, вытекающія изъ домовыхъ отводовъ въ коллектора, называются свѣжими, а по прошествіи

одного дня онѣ имѣють уже нѣсколько непріятный запахъ; въ такомъ состояніи ихъ называютъ созрѣвшими. Нечистоты, въ которыхъ имѣеть мѣсто процессъ гниlostнаго разложенія, сопровождаемый выдѣленіемъ дурно-пахнущихъ газовъ, называются гніющими. Въ созрѣвшихъ нечистотахъ дѣятельность бактерій достигаетъ своего высшаго развитія, тогда какъ въ гніющихъ нечистотахъ число ихъ чрезвычайно мало.

Слѣдующій анализъ, произведенный врачебнымъ управленіемъ Массачузетса въ 1898 году, можетъ дать общее понятіе объ измѣненіяхъ, происходящихъ въ нечистотахъ въ различныхъ стадіяхъ разложенія. Цифры выражены, по обыкновенію, въ миллионныхъ доляхъ.

	Свѣжія.	Созрѣвшія.	Гніющія.
Свободный амміакъ	26,0	45,0	55,0
Альбуминный амміакъ.	11,8	10,5	5,5
Азотъ въ нитритахъ	0,21	0,0	0,0
Азотъ въ нитратахъ	1,0	0,0	0,0
Поглощенный кислородъ	85,0	48,0	25,0
Количество бактерій въ куб. сантиметрѣ	1950000	3800000	500000

Табл. № 15.

Изъ этой таблицы видно, что количество свободного амміака въ нечистотахъ со временемъ увеличивается, тогда какъ количество альбуминнаго амміака и поглощенного кислорода соотвѣтственно уменьшается. Такимъ образомъ, въ гніющихъ нечистотахъ органическая матерія обращается въ углекислоту, амміакъ и нѣкоторые другіе газы, а нитраты и нитриты свѣжихъ нечистотныхъ водъ опять разлагаются въ свободный амміакъ. Нечистотныя жидкости попадаютъ въ рѣку обыкновенно въ состояніи созрѣванія. Тоже самое имѣеть мѣсто, когда нечистотныя жидкости обезвреживаются фильтрованіемъ черезъ почву.

Рѣчная вода, въ свою очередь, доставляетъ новый запасъ кислорода, такъ что разложеніе органической матеріи производится посредствомъ нитрификации и потому нечи-

стоты никогда не переходятъ въ стадію гніенія. Въ сущности объ нечистотахъ въ этомъ состояніи очень мало извѣстно, такъ какъ, согласно общепринятому обычаю, ихъ стараются обыкновенно удалить какъ можно скорѣй, для того чтобы предотвратить возможность гніенія. Судя по количеству бактерій, находящихся въ томъ и въ другомъ случаѣ, созрѣвшія нечистоты опаснѣе гнѣющихъ, а если же принять во вниманіе главнымъ образомъ количество выдѣляющихся вредныхъ газовъ, то тогда таковыми слѣдуетъ признать нечистоты, находящіяся въ стадіи гніенія.

Присутствіе въ коллекторахъ фабричныхъ отбросовъ, содержащихъ различныя кислоты, не желательно, такъ какъ эти послѣднія имѣютъ свойство убивать дѣятельныхъ бактерій и способствуютъ, такимъ образомъ, замѣнѣ процесса нитрификаціи гніеніемъ, съ сопровождающимъ его выдѣленіемъ вредныхъ газовъ. Къ сожалѣнію, такія кислоты обыкновенно допускаются въ коллектора; вслѣдствіе этого составъ нечистотныхъ жидкостей фабричнаго города очень сложенъ и потому онѣ могутъ легче, чѣмъ домовыя нечистоты оказаться причиной зараженія рѣки.

Послѣ всего вынесказаннаго остается еще заняться вопросомъ объ обезвреживаніи нечистотъ. Прежде всего мы отмѣтимъ сплавленія ихъ въ рѣки и моря, а затѣмъ химическое осажденіе и фильтрацію черезъ песокъ и, наконецъ, использование ихъ въ качествѣ удобренія. Конечною цѣлью всѣхъ этихъ методовъ является превращеніе органической матеріи въ безвредныя соединенія безъ загрязненія воды и воздуха.

64. Сплавление нечистотъ въ рѣки.

Когда рѣка или ручей протекаетъ черезъ деревню, то ея жителямъ кажется вполне естественнымъ выбрасывать въ нихъ всѣ свои нечистоты. Туда попадаютъ обыкновенно кухонные отбросы, различного рода мусоръ, а также и нечистоты изъ отхожихъ мѣстъ, устроенныхъ прямо надъ водой. Если рѣка многоводна, то отбросы, сплавляемые въ небольшомъ количествѣ не могутъ загрязнять ее, такъ какъ онѣ очень быстро разлагаются и нитрифицируются превосходящимъ ихъ въ значительной степени количествомъ во-

ды; въ противномъ случаѣ рѣка настолько загрязняется, что становится подобной коллектору или даже хуже его. Возможно также, что данная деревня не будетъ даже ощущать причиняемой своими нечистотами порчи воды; зато это должно непременно отразиться на нижележащемъ селеніи, которое можетъ отъ этого сильно пострадать.

На нѣкоторомъ, иногда довольно значительномъ, разстояніи отъ мѣста загрязненія вода опять становится въ достаточной мѣрѣ чистой, вслѣдствіе постоянно происходящихъ въ ней аэраціи и осажденія. Въ виду этого многіе полагали, что на разстояніи 10 миль отъ мѣста загрязненія вода совершенно очищается отъ находящихся въ ней нечистотъ; однако, одна англійская комиссія утверждала, что ни Англія, ни Шотландія не имѣютъ рѣки, длина которой могла-бы обезпечивать полное окисленіе нечистотъ. Во всякомъ случаѣ, всѣ сходятся на томъ, что небольшое количество нечистотъ въ большой рѣкѣ обезвреживается очень скоро и, наоборотъ, что большое количество нечистотъ въ небольшомъ источникѣ не можетъ быть обезврежено.

Благодаря изслѣдованіямъ Mason'a извѣстно, что въ рѣкахъ Магаукъ и Гудсонъ въ 1890 году тифозныя бациллы были перенесены на разстояніе въ 26 миль, а Sedwig доказалъ въ свою очередь, что въ 1892 году бактеріи того-же заболѣванія были перенесены также водами рѣки Меррикъ на разстояніе въ 25 миль. Изъ этого ясно, что на этомъ разстояніи, по крайней мѣрѣ, очищеніе воды теченіемъ не имѣетъ мѣста. Удостоверенія въ томъ, что инфекція не переносится на разстояніе въ 4—5 миль, не имѣетъ большого значенія, такъ какъ извѣстны также случаи заболѣванія на томъ-же разстояніи. Количество и свойство нечистотныхъ водъ, объемъ воды и быстрота теченія въ рѣкѣ и виды рыбъ и растеній, находящихся въ ней, являются тѣми тремя вѣрными показателями, которыми можно руководствоваться при обсужденіи вопроса о степени загрязненія даннаго источника водоснабженія. Присутствіе нечистотныхъ водъ въ рѣчной водѣ въ количествѣ, превышающемъ $\frac{1}{20}$ количества послѣдней, и содержаніе ими различныхъ кислотъ изъ фабричнаго производства затрудняютъ въ значительной степени очищеніе воды. Медленное теченіе и отсутствіе въ водѣ рыбы и растеній—также условія да-

леко не благоприятныя. Рыбы поѣдаютъ большую часть нечистотъ, а растенія поглощаютъ растворенную матерію; фабричныя же кислоты отравляютъ рыбу, губятъ растенія, уничтожаютъ бактеріи и отдаляютъ такимъ образомъ процессъ очищенія воды.

Если рѣка имѣетъ медленное теченіе, то растворенный кислородъ очень быстро поглощается нечистотами и въ результатѣ получается гниlostное разложеніе ихъ.

По сообщеніямъ Leeds'a въ 1883 году, когда рѣка Шуилькиль, близъ Филадельфіи, покрылась льдомъ, газообразные продукты гниlostнаго разложенія, которые развивались въ ней въ больномъ количествѣ, прорывались черезъ отверстія во льду и загорались, когда къ нимъ подносили огонь.

Большая часть американскихъ городовъ выбрасываетъ свои нечистоты въ рѣки или въ море. Выбрасываніе ихъ въ море вполне допустимо въ томъ случаѣ, если это производится въ то время, когда онѣ не могутъ быть возвращены приливомъ; къ сожалѣнію, послѣднее очень трудно достижимо. Что-же касается до сплавленія нечистотъ въ рѣки, то въ настоящее время оно считается очень нежелательнымъ для городовъ, получающихъ воду изъ нижележащей части рѣки, такъ какъ эти нечистоты служатъ для нихъ постояннымъ источникомъ инфекціи. Въ виду этого оказалось необходимымъ издать цѣлый рядъ законовъ, гарантирующихъ загрязненіе рѣкъ; однако, всѣ они изложены, конечно, лишь въ общихъ выраженіяхъ и представляютъ въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ всѣ частности на усмотрѣніе врачебнаго управленія. Такъ напримѣръ „сплавленіе какого-бы то ни было загрязняющаго вещества въ источникъ водоснабженія“ карается закономъ, но вмѣстѣ съ тѣмъ врачебному управленію предоставляется рѣшить, могутъ-ли нечистоты какого-нибудь селенія считаться загрязняющимъ веществомъ. Вслѣдствіе этихъ законовъ многіе города принуждены устраивать фильтры или осадочные резервуары для очищенія нечистотныхъ жидкостей. Хотя при помощи этихъ способовъ очистки нельзя обратить нечистотную жидкость въ питьевую воду, однако же возможно въ такой мѣрѣ уменьшить количество бактерій, что въ нечистотной водѣ ихъ будетъ содержаться не болѣе, чѣмъ въ рѣкѣ.

Степень чистоты, требуемой врачебнымъ управленіемъ, зависитъ отъ относительнаго количества нечистотъ и быстроты теченія рѣки и отъ разстоянія нижележащаго города, получающаго воду изъ данной рѣки.

Въ этомъ случаѣ мѣриломъ чистоты воды является по большей части число бактерій въ 1 куб. центриметрѣ, а, кромѣ того, обращается еще вниманіе и на количество органической матеріи, остающейся послѣ очищенія. Если рѣчная вода содержитъ 500 бактерій въ куб. центиметрѣ, а очищенные жидкости—400 и если количество органической матеріи одинаково въ той и въ другихъ, то можно полагать, что искусственное очищеніе имѣло желаемый результатъ. Формулировка этихъ требованій и способы приведенія ихъ въ жизнь находятся еще въ ранней стадіи развитія, но руководящіе принципы уже хорошо установлены и потому надо полагать, что близко то время, когда они явятся могущественной силой въ прогрессѣ санитарной науки.

65. Процѣживание и аэрація.

Сѣтка или рѣшетка очищаетъ нечистотныя жидкости только слегка, задерживая часть взвѣшенной органической матеріи. Однако, пропуская нечистотныя жидкости черезъ цѣлый рядъ сѣтокъ, съ уменьшающейся величиной отверстій, можно задержать большое количество органической матеріи и значительно освѣтлить нечистоты. Къ сожалѣнію, сѣтка не можетъ задерживать растворенной органической матеріи, которая, однако, находится обыкновенно въ ясно выраженномъ состояніи разложенія и потому является наи болѣе опасной.

Во всякомъ случаѣ, нечистотныя жидкости должны быть предварительно слегка процѣжены какъ въ томъ случаѣ, когда онѣ накачиваются насосами, такъ и тогда, когда онѣ распредѣляются по фильтрамъ. Даже и одна рѣшетка, устроенная въ концѣ коллектора, задерживаетъ тряпки и палки, находящіяся въ нечистотныхъ жидкостяхъ, и очищаетъ ихъ, такимъ образомъ, настолько, что онѣ могутъ поступать въ насосъ; однако, для распредѣленія ихъ по фильтрамъ одной рѣшетки недостаточно и потому требуется цѣлая серія ихъ. Съ этой цѣлью нечистоты направляются

въ каменный каналъ съ прямоугольнымъ сѣчешемъ, въ которомъ на небольшомъ разстояніи другъ отъ друга располагаются рѣшетки и сѣтки; въ случаѣ, если скорость теченія незначительна, здѣсь происходитъ до нѣкоторой степени и осажденіе взвѣшенныхъ веществъ, Накопившійся на сѣткахъ соръ долженъ удаляться черезъ 1—2 дня; его подвергаютъ варкѣ или, подобно мусору, сожженію, или-же, если эти методы въ данномъ случаѣ не примѣнимы, его смѣшиваютъ съ опилками и затѣмъ разбрасываютъ на поляхъ въ качествѣ удобрения.

Способъ процѣживанія нечистотъ черезъ коксъ привлекаетъ къ себѣ въ настоящее время всеобщее вниманіе. Коксъ представляетъ изъ себя пористое вещество, получаемое при нагрѣваніи смолистаго каменнаго угля въ безвоздушномъ пространствѣ. Онъ задерживаетъ органическую матерію проходящихъ черезъ него нечистотъ, но вмѣстѣ съ тѣмъ скоро загрязняется и потому можетъ служить въ теченіи лишь одной какой-нибудь недѣли, послѣ чего его приходится замѣнять новымъ. При очищеніи нечистотъ этимъ способомъ коксъ укладывается слоемъ въ 1 футъ на проводочную сѣтку.

Результатъ процѣживанія измѣняется соотвѣтственно качеству угля и быстротѣ фильтраціи, но во всякомъ случаѣ при этомъ удается удалить большую часть взвѣшенной органической матеріи. Когда коксъ засоряется, то его вынимаютъ и сжигаютъ въ топкѣ парового котла или-же, въ виду образованія при этомъ дурно-пахнувшихъ газовъ, его предварительно, для удаленія жира, подвергаютъ нагрѣванію въ печахъ.

Если коксъ уложенъ толстымъ слоемъ и если протеканіе нечистотъ черезъ него происходитъ медленно, то бактеріи имѣютъ достаточно времени для своей полезной работы и тогда этотъ процессъ является уже не процѣживаніемъ, а фильтраціей. Вмѣсто кокса пробовали примѣнять съ той-же цѣлью золу, торфъ и угольный мусоръ и въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ получали обыкновенно нѣчто среднее между процѣживаніемъ и фильтраціей. Процѣживание можетъ производиться непрерывно, что-же касается фильтраціи, то она должна производиться перемежающимся образомъ, для того чтобы фильтрующий матеріалъ могъ получать

запасъ свѣжаго воздуха, необходимаго для дѣятельности бактерій. При процѣживаши количество бактерій уменьшается по мѣрѣ уменьшенія содержанія органической матеріи, но при настоящей фильтраціи онѣ почти что совершенно исчезаютъ, потому что органическая матерія проходитъ при этомъ всѣ стадіи разложенія и ихъ дѣятельность поэтому прекращается. При всякомъ способѣ процѣживанія желательно, чтобы нечистоты были возможно болѣе свѣжими во избѣжаніе гніенія и связанной съ этимъ опасностью для здоровья; при фильтраціи-же, наоборотъ, необходимо, какъ будетъ показано въ § 67, чтобы нечистоты передъ поступленіемъ на фильтръ находились въ созрѣвшемъ состояніи.

Осажденіе, являющееся медленнымъ способомъ очищенія воды, совершенно непримѣнимо по отношенію къ нечистотнымъ жидкостямъ, за исключеніемъ развѣ тѣхъ случаевъ, когда оно ускоряется какимъ-нибудь химическимъ процессомъ. Но, вообще говоря, нечистоты даже и послѣ процѣживанія содержатъ еще такое большое количество органической матеріи, что очищеніе ихъ посредствомъ какого-бы то ни было продолжительнаго осажденія, основаннаго исключительно на дѣйствіи силы тяжести, можетъ быть лишь очень незначительнымъ. Кромѣ того, для осажденія требуется столь продолжительный промежутокъ времени, что въ продолженіи его нечистоты несомнѣнно достигаютъ состоянія гніенія со всѣми связанными съ нимъ, нежелательными послѣдствіями. Въ виду этого отстаиваніе нечистотъ съ цѣлью осажденія безусловно не рекомендуется; отстаиваніе-же съ цѣлью превращенія органической матеріи въ газы черезъ посредство гниlostнаго разложенія является уже, конечно, другимъ вопросомъ.

Аэрація нечистотъ заключается въ снабженіи ихъ свѣжимъ воздухомъ, изъ котораго дѣятельныя бактеріи получаютъ кислородъ, необходимый для продолженія ихъ полезной дѣятельности—нитрификаціи. Аэрація всегда желательна, такъ какъ она способствуетъ уничтоженію непріятнаго запаха, но она можетъ быть дѣйствительной лишь въ томъ случаѣ, если свѣжій воздухъ доставляется въ теченіи значительнаго промежутка времени. Слѣдуетъ всегда имѣть въ виду, что бактеріямъ въ одинаковой мѣрѣ необходимы какъ время, такъ и кислородъ; поэтому понятно,

что усиленная аерація въ теченіи короткаго промежутка времени менѣе дѣйствительна, чѣмъ повторная, менѣе интенсивная аерація, производимая черезъ нѣкоторые промежутки времени. Вообще говоря, при всякомъ способѣ аераціи нечистоты должны быть предварительно процѣжены, для того чтобы дѣйствіе кислорода могло быть сосредоточено на растворенной органической матеріи.

Процѣживание, соединенное съ аераціей и примѣнимое лишь при незначительномъ количествѣ нечистотъ, производится при помощи цѣлаго ряда горизонтальныхъ ситъ, расположенныхъ послѣдовательно одно подъ другимъ въ порядкѣ уменьшенія величины отверстій. Разбиваясь на струйки и перемѣщаясь отъ одного сита къ другому, нечистоты все болѣе и болѣе насыщаются воздухомъ, такъ что при достиженіи нижняго фильтра онѣ оказываются освобожденными отъ значительной части взвѣшенной органической матеріи и содержатъ достаточное количество бактерій для разложенія растворенныхъ органическихъ веществъ. Этотъ способъ не вошелъ въ употребленіе, такъ какъ онъ требуетъ подымашя нечистотъ при помощи насоса, что связано съ большими расходами, и не даетъ вмѣстѣ съ тѣмъ той степени очищенія, которая достигается при помощи другихъ способовъ очищенія. Кромѣ этого способа аэрированія, пробовали еще прибѣгать къ взбалтыванію нечистотъ при помощи вращающихся колесъ и къ продуванію черезъ нихъ воздуха, но эти оба способа требуютъ такихъ большихъ расходовъ, что могутъ быть примѣнены лишь въ незначительномъ масштабѣ.

Изъ всего вышесказаннаго ясно, что аерація и процѣживание, производимыя либо совмѣстно, либо отдѣльно не могутъ считаться дѣйствительными способами обезвреживанія нечистотъ, за исключеніемъ развѣ тѣхъ случаевъ, когда количество этихъ послѣднихъ очень незначительно. Зато они являются полезнымъ дополненіемъ при трехъ способахъ очищенія, которые будутъ описаны въ слѣдующихъ параграфахъ.

66. Химическое осажденіе.

Теорія осажденія нечистотъ при помощи химическихъ реагентовъ была уже изложена нами еще въ § 24. Эти

реагенты прибавляются къ очищаемой жидкости въ растворенномъ видѣ, а реакція ихъ выражается въ образованіи осадка, который подъ дѣйствіемъ силы тяжести опускается на дно и захватываетъ съ собою взвѣшенную органическую матерію.

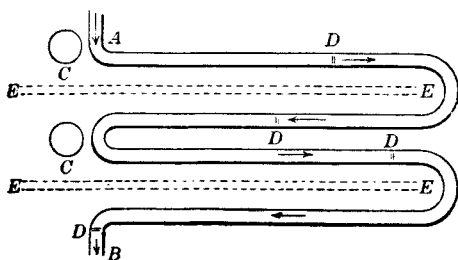
Известь или окись кальція (CaO) въ соединеніи съ водой даетъ водную окись кальція или гашеную известь (CaO, H_2O), а эта послѣдняя съ углекислотой нечистотныхъ жидкостей (CO_2) образуетъ углекислую известь ($CaCO_3$), которая и осаждается. Что-же касается количества извести, которое при этомъ должно быть прибавлено къ водѣ, то оно въ среднемъ равняется 200 частямъ на миллионъ или 1600 фунтамъ на 1000000 галлоновъ нечистотъ. Наилучшіе результаты получаются въ томъ случаѣ, когда количество прибавляемой извести достаточно для поглощенія всей углекислоты нечистотныхъ жидкостей. Осаждающее дѣйствіе квасцовъ, дающихъ въ осадкѣ, согласно реакціи, описанной въ § 24, водную окись алюминія, быстрѣе, чѣмъ дѣйствіе извести. Необходимое при этомъ количество квасцовъ составляетъ только половину требуемаго для той-же цѣли количества извести, зато ихъ стоимость превышаетъ раза въ 3 стоимость послѣдней. Въ виду этого пользуются очень часто смѣсью извести съ квасцами, состоящей изъ 1 части квасцовъ и 4 частей извести.

Желѣзный купоросъ ($FeO, SO_3, 7H_2O$) и сѣрнокислое желѣзо ($Fe_2O_3, 3SO_3$) примѣняются также для освѣтленія нечистотъ, причемъ послѣднее, образующее быстро осаждающуюся водную окись желѣза, предпочитается первому. Желѣзный купоросъ для успѣшнаго своего дѣйствія требуетъ обыкновенно прибавленія извести; въ этомъ случаѣ осажденіе взвѣшенной органической матеріи происходитъ при помощи гидрата закиси желѣза ($Fe(HO)_2$) или гидрата окиси желѣза ($Fe(HO)_3$). Однако нельзя утверждать, чтобы эти реагенты дѣйствовали лучше квасцовъ или извести; кромѣ того, различнаго рода нечистотныя жидкости требуютъ разныхъ способовъ очищенія, и потому необходимо предварительно сдѣлать пробу, для того чтобы найти наиболѣе дѣйствительные и экономичные реагенты для даннаго случая.

При пользованіи химическими способами нечистоты освобождаются отъ всей взвѣшенной органической матеріи

и отъ $\frac{1}{4}$ растворенной органической матеріи. Кромѣ того, химическая очистка уменьшаетъ въ нечистотныхъ жидкостяхъ въ значительной степени и количество бактерій, изъ которыхъ часть увлекается на дно танка вмѣстѣ съ осадкомъ, а другая отравляется; такимъ образомъ, при умѣломъ примѣненіи этого способа нечистоты могутъ содержать всего лишь 5% того количества бактерій, которое находилось въ нихъ до очищенія.

Въ такомъ видѣ нечистоты могутъ уже по большей части быть сплавляемы въ рѣку безъ боязни зараженія этой послѣдней. Осадочный резервуаръ очень часто представляетъ собой открытый каналъ съ очень малымъ уклономъ дна; для регулированія теченія въ разныхъ мѣстахъ его размѣщаются шлюзы. На черт. № 38 такой каналъ изображенъ схематически въ планѣ. Нечистотныя жидкости поступаютъ у *A* или непосредственно изъ коллектора, или изъ насоса и оставляютъ каналъ у *B*. Химическіе реагенты растворяются въ танкахъ *C* и оттуда постоянно спускаются въ каналъ. Въ пунктахъ *D* расположены шлюзы или водосливы, регулирующие теченіе, а пунктирные линіи *EE* изображаютъ собой рельсы, по которымъ перемѣщаются тележки съ осадкомъ во время чистки канала. Выгрузка осадка производится обыкновенно два раза въ недѣлю и поэтому приходится имѣть всегда такой-же второй каналъ.



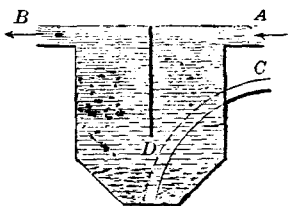
Черт. № 38.

При перемежающемся способѣ очистки, жидкости послѣ прибавленія къ нимъ химическихъ реагентовъ оставляются въ осадочныхъ резервуарахъ на нѣсколько часовъ въ спокойномъ состояніи; по истеченіи этого времени жидкая часть нечистотъ выпускается, въ то время какъ болѣе густая остается на днѣ резервуара въ продолженіи нѣсколькихъ послѣдовательныхъ заполненій. При непрерывномъ

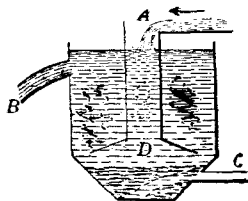
способъ очищенія, жидкости при постоянномъ прибавленіи химическихъ реагентовъ медленно протекають черезъ осадочный резервуаръ.

При очисткѣ большого количества нечистотныхъ жидкостей гораздо чаще примѣняются вертикальные танки, чѣмъ обыкновенные осадочные резервуары, такъ какъ первые занимають гораздо меньше мѣста и осадокъ распредѣляется въ нихъ на меньшей площади.

Если оказывается удобнымъ направлять жидкости въ танкъ самотекомъ, то онъ устраивается изъ каменной кладки ниже поверхности земли; когда-же нечистотныя жидкости приходится нѣсколько приподнимать насосами, то танкъ устанавливается на поверхности земли и дѣлается изъ стальныхъ листовъ, соединенныхъ заклепками. На черт. № 39 изображается схематически каменный танкъ; нечистоты поступаютъ въ него по каналу *A*, опускаются къ *D* и затѣмъ поднимаются опять и отводятся по каналу *B*. Полуужидкій осадокъ удаляется насосомъ со дна танка черезъ трубу *C*. Черт. № 40 даетъ изображеніе стального танка; здѣсь нечистоты поступаютъ въ *A*, откуда онѣ текутъ затѣмъ по направленію *ADB*; очищенная жидкость отводится черезъ *B*, а полуужидкій остатокъ, какъ и въ предыдущемъ случаѣ, выкачивается черезъ трубу *C*. Въ томъ и въ другомъ танкѣ операція производится непрерывно, причемъ химическіе реагенты прибавляются къ нечистотамъ въ мѣстѣ ихъ поступления въ танкъ.



Черт. № 39.



Черт. № 40.

Самая трудная задача при химическомъ осажденіи заключается въ удаленіи и обезвреживаніи осадка, который получается изъ резервуара въ видѣ жидкой грязи. Въ маленькихъ городахъ эту грязь смѣшиваютъ для удобства съ листьями, стружками или торфомъ, а затѣмъ сжигаютъ или

разбрасываютъ на поляхъ. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ ее сплавляютъ на баржахъ въ море. Примѣненіе для переработки этого остатка прибора, называемаго фильтро-пресомъ, является въ данномъ случаѣ наиболѣе цѣлесообразнымъ: въ послѣднемъ остающаяся жидкость выжимается, а твердые вещества получаютъ тогда въ видѣ плитокъ. Отжатая жидкость направляется обратно въ танкъ для дальнѣйшаго освѣтленія, а твердый остатокъ либо зарывается въ землю, либо сжигается.

Замѣтимъ, что этотъ твердый остатокъ не имѣетъ цѣнности, какъ матеріалъ для удобренія, такъ какъ онъ въ значительной части состоитъ изъ минеральныхъ веществъ химическихъ реактивовъ; что-же касается до полужидкаго осадка, то смѣшанный съ опилками или компостомъ, онъ имѣетъ извѣстную цѣнность, но настолько незначительную, что землевладѣльцы не интересуются его вывозкой. Этотъ способъ обезвреживанія нечистотъ получилъ широкое примѣненіе въ Европѣ, а съ 1890 года вошелъ въ употребленіе въ нѣкоторыхъ городахъ Америки, изъ которыхъ извѣстны: Уорчестеръ, штата Массачузетсъ, Экота, штата Нью-Йоркъ, Южный-Оранжъ, Нью-Джерси, и другіе.

Самой больно́й установкой для очистки этого рода въ Америкѣ была установка въ Чикаго, на всемірной выставкѣ въ 1893 году: нечистоты, собираемая по системѣ Shop'a, нагнетались въ 30 дюймовую вертикальную трубу, вокругъ которой были установлены 4 осадочныхъ танка, устроенныхъ по образцу, изображенному на черт. № 40. Верхняя цилиндрическая часть каждаго танка имѣла 32 фута въ діаметрѣ и столько же въ высоту, а вмѣстимость всѣхъ 4 танковъ равнялась 237000 галлоновъ. Очищенная жидкость направлялась въ озеро Мичиганъ, а полужидкій осадокъ, спрессованный въ плитки, сжигался. Стоимость очищенія этимъ способомъ, вмѣстѣ съ расходами на удаленіе осадка, составляетъ для американскаго города приблизительно 50 центовъ на человѣка въ годъ.

Хотя очищенные нечистотныя жидкости значительно свѣтлѣе нечистотъ, но все таки онѣ далеки еще по своей чистотѣ отъ обыкновенной воды. Нечистоты содержатъ около 40% органической матеріи во взвѣшенномъ состояніи и около 60% въ растворенномъ; по удаленіи всей первой и

и $\frac{1}{4}$ послѣдней, остается все же около 45% первоначальнаго содержанія. Количество бактерій при этомъ дѣйстви-тельно уменьшается въ сильной степени, но какъ только жидкость попадаетъ въ свѣжую воду и приходитъ въ соприкосновеніе съ кислородомъ, бактеріи тотчасъ-же начинаютъ размножаться и разлагать органическую матерію. Опыты, произведенные Назеп'омъ въ 1889 году, показали, что квасцы способствуютъ уничтоженію 91% бактерій, сѣрно-кислосое желѣзо—95%, известь—97% и желѣзный купоросъ въ соединеніи съ известью—98%. Въ то время какъ нечистоты содержатъ 1000000 бактерій на куб. сантиметръ, очищенные нечистотныя жидкости содержатъ отъ 20000 до 90000 на куб. сантиметръ, т. е. все-таки въ десять разъ больше, чѣмъ хорошая питьевая вода. Что же касается растворенной органической матеріи, то Назепъ нашелъ, что сѣрно-кислосое желѣзо осаждаетъ меньше $\frac{1}{2}$ ея, а известь меньше $\frac{1}{5}$. Изъ всего вышесказаннаго ясно, что очищеніе при помощи химическаго осажденія далеко еще не совершенно.

67. Перемежающаяся фильтрація.

Послѣ того, что намъ извѣстно объ очищеніи обыкновенной воды естественной и искусственной фильтраціей, намъ станетъ понятна возможность обезвреживанія такимъ же способомъ нечистой жидкости. Дѣйствительно, нечистотная жидкость, относительно содержимыхъ ею твердыхъ веществъ, отличается отъ обыкновенной воды, главнымъ образомъ, въ количественномъ, но не въ качественномъ отношеніи и потому понятно, что при медленномъ движеніи черезъ почву, достаточно насыщенную воздухомъ и при содѣйствіи полезныхъ бактерій, она совершенно можетъ быть очищена отъ органической матеріи и обращена въ чистую воду.

Для очищенія водопроводной воды можно пользоваться безразлично или непрерывной, или перемежающейся фильтраціей, но фильтрація нечистой жидкости непременно должна быть перемежающейся, такъ какъ большее содержаніе органической матеріи требуетъ и большаго запаса свѣжаго воздуха. Послѣ спуска изъ фильтра очищенной воды, зерна песку остаются покрытыми тонкой пленкой неочищенной жидкости, и атмосферный воздухъ, проникая тогда

въ промежутки между ними, доставляетъ нужный для дальнѣйшаго окисленія и нитрификаціи содержащейся въ ней органической матеріи кислородъ.

Въ обыкновенныхъ песочныхъ фильтрахъ нитрифицирующія бактеріи развиваются и проявляютъ свою дѣятельность преимущественно въ верхнемъ тонкомъ слоеъ песку. Для того, чтобы распространить ихъ дѣятельность на болѣе глубокіе слои и, такимъ образомъ сдѣлать фильтръ болѣе производительнымъ, въ фильтрахъ для нечистой жидкости песокъ замѣняютъ болѣе крупнымъ матеріаломъ, напримѣръ, щебнемъ, гравіемъ, шлакомъ и т. п. Хотя верхній слой такого фильтра засоряется не такъ сильно, какъ въ фильтрѣ песочномъ, однако же и его приходится отъ времени до времени удалять и промывать.

Фильтрація канализаціонныхъ жидкостей должна быть много медленѣе фильтраціи водопроводной воды и потому для даннаго объема первой требуется значительно большая площадь фильтра, чѣмъ для такого же объема послѣдней. Для водопроводной воды скорость фильтраціи измѣняется 30—100 галлонами на кв. футъ въ день, тогда какъ для канализаціонной жидкости она не должна быть больше 1—2 галлоновъ на кв. футъ въ день. Такимъ образомъ, если соотвѣтственно грубому правилу на одинъ акръ фильтра очищается количество воды, необходимое для снабженія города съ населеніемъ въ 10,000 человѣкъ, то такая площадь едва-ли даже будетъ достаточной для обезвреживанія нечистотныхъ жидкостей отъ 1000 человѣкъ.

Наиболѣе удобнымъ мѣстомъ для устройства фильтра является берегъ рѣки, если есть возможность спускать въ нее очищенную жидкость. Отдѣльнымъ фильтрамъ придается обыкновенно площадь въ 1 акръ, причемъ каждый изъ нихъ снабжается особой дренажной системой, состоящей изъ одного главнаго и нѣсколькихъ боковыхъ дренажъ, и отдѣляется отъ сосѣднихъ тщательно утрамбованными широкими земляными валами. Иногда, впрочемъ, раздѣлительныя стѣнки устраиваются изъ каменной или кирпичной кладки; но это, вообще говоря, требуетъ большихъ затратъ.

Дномъ фильтру служитъ обыкновенно естественный грунтъ, въ которомъ прорываются каналы для укладки дренажъ. Въ мѣстахъ пересѣченій съ раздѣлительными валика-

ми дрены снабжаются вентилями, которые служат для регулирования скорости фильтрации. Возможно однако нечистоты фильтровать просто через дренированную естественную почву, если она обладает подходящими для этого свойствами. Въ такомъ случаѣ устройство фильтра обходится не дороже 2000 долларовъ на акръ, такъ что, не смотря на свою болѣе значительную площадь, все фильтраціонное поле для даннаго города обходится дешевле водопроводныхъ фильтровъ.

Опытъ показалъ, что созрѣвшія нечистоты допускаютъ большую скорость фильтраціи и меньше засоряютъ фильтръ, чѣмъ свѣжія. Это объясняется тѣмъ, что для развитія необходимаго для нитрификации органической матеріи числа бактерий требуется, вообще говоря, нѣкоторый промежутокъ времени, тогда какъ въ созрѣвшей нечистой жидкости онѣ имѣются уже на лицо передъ поступленіемъ ея въ фильтръ. Загнившая жидкость, какъ показано опытомъ, оставляетъ въ фильтрѣ еще меньше осадковъ, чѣмъ созрѣвшая, такъ какъ значительная доля твердыхъ веществъ при гніеніи обращается въ газобразные продукты. Однако-же, кажется, что непріятный запахъ этихъ газовъ, выдѣляющихся изъ гниlostнаго резервуара, гдѣ оставляется нѣкоторое время жидкость для загниванія, долженъ послужить препятствіемъ для фильтраціи нечистотъ въ такомъ состояніи.

Густота дренажа и продолжительность освѣженія фильтра между двумя послѣдовательными операціями зависятъ отъ скорости фильтраціи, отъ требуемой степени очищенія нечистотъ, отъ характера послѣднихъ и отъ свойства фильтрующаго матеріала и должны въ каждомъ частномъ случаѣ опредѣляться данными опыта. Малые фильтры возможно аэрировать и искусственно, при помощи вентиляторовъ.

Мы уже говорили выше, что черезъ извѣстные промежутки времени, зависящіе отъ скорости фильтраціи и отъ характера нечистотныхъ жидкостей, верхній слой фильтрующаго матеріала слѣдуетъ очищать. Эту операцію производятъ обыкновенно черезъ 2—3 мѣсяца, причемъ слѣдуетъ прилагать старанія къ тому, чтобы этотъ промежутокъ былъ возможно продолжительнѣе. При естественной фильтраціи верхній слой почвы очищается растеніями, которыя поглощаютъ продукты разложенія органической матеріи и пре-

пятствуютъ ихъ накопленію. Желаніе подражать и въ этомъ отношеніи природѣ привело къ примѣненію фильтраціи на культурныхъ поляхъ орошенія, о чемъ будетъ рѣчь въ слѣдующемъ §.

При внимательномъ отношеніи къ дѣлу, съ помощью перемежающейся фильтраціи нечистотныя жидкости могутъ быть настолько хорошо очищены, что ни химическій, ни біологическій анализы не обнаружатъ разницы между ними и чистой водой. Конечно, въ силу предубѣжденія, никто не станетъ пользоваться такой водой, какъ питьевой, но въ то же время противъ такого пользованія нѣтъ никакихъ научныхъ данныхъ, разъ только ея безвредность установлена обстоятельно разобраннымъ химическимъ и біологическимъ анализомъ. Надо замѣтить, что количество хлора въ нечистой жидкости при фильтраціи не уменьшается и что, вообще говоря, содержаніе его въ фильтратѣ весьма значительно; однако, это не имѣетъ того значенія, какъ въ случаѣ содержанія такого-же количества хлора въ обыкновенной водѣ. Слѣдующій анализъ (табл. № 16) фильтрата изъ экспериментальнаго фильтра, произведенный санитарнымъ управленіемъ Массачузетса, даетъ понятіе о типичныхъ результатахъ перемежающагося фильтрованія.

	Нечистоты.	Фильтратъ.
Плотный остатокъ	166,8	214,4
Неорганическая матерія	338,0	202,7
Органическая матерія.	128,8	11,7
Хлоръ.	38,6	38,1
Свободный амміакъ	17,111	0,050
Альбуминный амміакъ.	4,389	0,079
Азотъ въ нитратахъ	0,110	9,222
Азотъ въ нитритахъ	0,011	0,005
Число бактерій въ 1 куб. центиметрѣ	633000	120

Таб. № 16.

Были попытки соединить химическое осаждение съ перемежающейся фильтраціей, съ цѣлью уменьшенія площади фильтровъ и увеличенія ихъ производительности. Такъ какъ при химическомъ осажденіи, какъ намъ извѣстно, 95% бактерій уничтожается, то представляется необходимымъ оставлять послѣ этого жидкость передъ поступленіемъ ея на фильтръ въ сборномъ резервуарѣ до размноженія достаточнаго количества бактерій. Однако, всѣ эти попытки привели къ заключенію о малой дѣйствительности и недостаточной экономичности такой комбинаціи. Такъ напримѣръ, въ Восточномъ Оранжѣ, нитата Нью-Джерси, такой способъ очищенія былъ оставленъ послѣ нѣсколькихъ лѣтъ пользованія, въ виду большихъ расходовъ, которыхъ онъ требовалъ. Въ чистомъ видѣ перемежающаяся фильтрація примѣняется съ успѣхомъ въ Броктонѣ и Спенсерѣ, нитатъ Массачузетсъ, въ Альтунѣ, нитатъ Пенсильванія, и въ нѣкоторыхъ другихъ мѣстахъ.

68. Поля орошенія.

Орошеніе полей практикуется съ древнихъ временъ въ странахъ, гдѣ осадки не превосходятъ 20 дюймовъ въ годъ; для этой цѣли вода въ періодъ выпаденія осадковъ собирается въ резервуары, изъ которыхъ распределяется по полямъ системой каналовъ и небольшихъ канавокъ въ сухое время года. Что-же касается до орошенія полей нечистотными жидкостями, то это дѣло является сравнительно новымъ: начало ему было положено въ Англіи лишь около 1870 года. Однако-же слѣдуетъ отмѣтить, что удобреніе жидкими кухонными отбросами своихъ огородовъ и садовъ всегда практиковалось сельскими хозяевами и, вмѣстѣ съ обычаемъ вывозить на поля содержимое отхожихъ мѣстъ и выгребныхъ ямъ, представляетъ собой примитивное примѣненіе того-же принципа обезвреживанія нечистотъ.

Орошеніе нечистотными жидкостями культурныхъ полей представляетъ собой, такъ сказать, комбинацію орошенія обыкновенной водой съ перемежающимся фильтрованіемъ. Допустимъ, что мы приготовили извѣстную площадь земли для перемежающагося фильтрованія. Понятно, что ничто не мѣняетъ намъ нѣкоторую часть этой площади за-

садить весной овощами и орошать ее лѣтомъ лишь настолько, насколько это желательно для успѣшнаго ихъ роста, и распредѣлять остающуюся часть жидкости на незасѣянныхъ участкахъ. При этомъ для посѣва растеній не слѣдуетъ выбирать участки искусственно изготовленные для фильтраціи изъ слоевъ песку и гравія, а развѣ только дренированные участки, но съ обыкновенной почвой. Орошеніе такихъ участковъ, засѣянныхъ овощами, производится распредѣленіемъ жидкости въ бороздахъ между грядками. Что-же касается до количества жидкостей, которыя должны распредѣляться по культурнымъ участкамъ, то оно опредѣляется потребностью самихъ растеній, количествомъ осадковъ и свойствами почвы и можетъ быть поэтому установлено только опытомъ. Ясно, что нечистотныя жидкости должны дѣйствовать на растенія подобно удобренію; содержащаяся въ нихъ органическая матерія подъ дѣйствіемъ бактерій разлагается въ почвѣ, а продукты разложенія поглощаются корнями растеній.

Изъ предыдущаго становится очевиднымъ, что устройство культурныхъ полей орошенія имѣетъ цѣлью не только обезвреживаніе нечистотныхъ жидкостей, но также утилизацію ихъ въ качествѣ удобренія. Замѣтимъ, что для культурныхъ полей орошенія требуется площадь въ 10—20 разъ большая, чѣмъ для полей перемежающейся фильтраціи; съ другой стороны, первыя требуютъ относительно меньше затратъ на дренированіе и устройство распредѣлительныхъ валиковъ и даютъ нѣкоторый доходъ отъ продажи культивируемыхъ растеній.

Для устройства культурныхъ полей орошенія слѣдуетъ выбирать мѣстность, имѣющую небольшой уклонъ къ какому-нибудь водному потоку, а также сухую и пористую почву. Вся площадь полей непременно должна быть дренирована, а нѣкоторая часть ея приспособлена для простой фильтраціи на случай невозможности орошать культурныя участки.

Густота дренажа зависитъ отъ свойства почвы и величины уклона поверхности: мокрый грунтъ при горизонтальной поверхности требуетъ густого дренажа, а при сухой песчаной почвѣ съ большимъ уклономъ поверхности можно обойтись и совершенно безъ дренажа.

Въ качествѣ дренажъ часто пользуются открытыми канавами, но обыкновенно дренажъ образуется изъ гончарныхъ трубъ, уложенныхъ на глубинѣ 5 футовъ; въ томъ и въ другомъ случаѣ дренажи направляются по линіямъ наибольшаго уклона, т. е. по линіямъ, пересекающимъ горизонтали подъ прямымъ угломъ.

Нечистотныя жидкости, если это представляется возможнымъ, доставляются на поля орошенія самотекомъ. Здѣсь главный коллекторъ переходитъ въ открытый каналъ, въ которомъ для улавливанія крупныхъ предметовъ устанавливаются рѣшетки. Изъ этого канала жидкость распредѣляется по болѣе мелкимъ каналамъ, разводящимъ воду въ различныя части полей и, наконецъ, по небольшимъ канавкамъ распредѣляется по отдѣльнымъ участкамъ для орошенія. Всѣ эти каналы и канавки снабжаются для надлежащаго направленія и регулированія теченія жидкостей большимъ числомъ шлюзовъ и устраиваются съ такими уклонами, чтобы теченіе было и не особенно медленно, и не особенно быстро. Орошеніе отдѣльныхъ участковъ производится обыкновенно перемежающимся образомъ и иногда съ довольно большими промежутками между двумя послѣдовательными орошеніями. Въ то время какъ одна часть полей орошается, на другихъ можетъ происходить либо обработка, либо посѣвъ, либо уборка продуктовъ. Въ періодъ обильнаго выпаденія осадковъ и зимой жидкости направляются на участки, приспособленные для обыкновенной фильтраціи. Для того чтобы достигнуть съ одной стороны хорошаго очищенія нечистотъ и получить съ другой стороны хорошій урожай культивируемыхъ растений, надо обладать большимъ знаніемъ дѣла.

Кромѣ овощей, о чемъ упоминалось уже выше, на поляхъ орошенія можно съ успѣхомъ культивировать какъ хлѣбныя растенія, такъ и травы. При умѣломъ орошеніи можно имѣть до 4 урожаевъ травы, даже и въ томъ случаѣ, если при обыкновенныхъ условіяхъ та же почва не даетъ больше одного урожая.

Зимой фильтрація идетъ, конечно, не такъ успѣшно, какъ лѣтомъ, благодаря меньшей дѣятельности бактерій, но все таки не такъ плохо, какъ этого можно было-бы ожидать. Это происходитъ отъ того, что нечистотныя жидкости имѣютъ сравнительно высокую температуру и постоянно

отогрѣвають почву. Однако же и въ суровомъ климатѣ, когда температура опускается ниже 25°C, фильтрація становится затруднительной.

Въ наиболѣе крупномъ масштабѣ орошеніе культурныхъ полей нечистотами примѣняется въ Берлинѣ, гдѣ поля орошенія, съ площадью въ 10000 акровъ, поглощаютъ и утилизируютъ нечистотныя жидкости отъ населенія въ 1800000 человекъ. Въ Германіи, Франціи и Англіи этотъ способъ обезвреживанія нечистотъ находить себѣ обширное примѣненіе и считается удовлетворительнымъ во всѣхъ отношеніяхъ: урожай покрываетъ часть расходовъ, фермеры, живущіе на поляхъ, не страдаютъ какими-либо особыми заболѣваніями, а нечистоты обращаются въ полезныя вещества. Въ Америкѣ этотъ способъ былъ впервые испробованъ въ Пулльманѣ, штата Иллинойсъ, въ 1887 году, но былъ оставленъ, такъ какъ фильтрація была неудовлетворительна, благодаря слишкомъ плотной почвѣ и слишкомъ ровной поверхности полей. Въ настоящее время поля орошенія имѣются и дѣйствуютъ вполне исправно въ Южномъ Фримингамѣ, штата Массачузетсъ, въ Мериденѣ, Коннетикэтъ, въ Пленфильдѣ, Нью-Джерси, и въ нѣкоторыхъ другихъ мѣстахъ и считаются авторитетами въ вопросахъ санитаріи лучшимъ и наиболѣе дешевымъ способомъ обезвреживанія нечистотъ.

69. Заключение.

Въ предыдущихъ параграфахъ мы дали бѣглое описаніе различныхъ методовъ очищенія и обезвреживанія органическихъ отбросовъ и постарались выяснить, какимъ образомъ вода, земля, воздухъ и огонь, разлагающее дѣйствіе которыхъ было уже давно испробовано надъ небольшими количествами органической матеріи, могутъ быть примѣнены научнымъ образомъ къ экономичному очищенію и обезвреживанію нечистотныхъ жидкостей многолюднаго города. Мы называемъ примѣненіе ихъ научнымъ, потому что для насъ ясны причины, почему они дѣйствуютъ такъ, а не иначе. Въ то время какъ огонь превращаетъ органическую матерію въ углекислоту и минеральныя вещества, вода и воздухъ доставляютъ кислородъ, при помощи котораго получаютъ аналогичныя превращенія, и, продолжая свое дѣйствіе еще и въ

землѣ, ускоряютъ процессъ разложенія и дѣлаютъ его вполне безопаснымъ. Въ сущности, при изученіи процессовъ разложенія пришлось убѣдиться въ томъ, что наилучшіе изъ нихъ именно тѣ, которыми пользуется сама природа. Загрязненная вода, попадающая на песчаный грунтъ, просачивается черезъ него и послѣ этого нѣкоторая ея часть становится опять чистою грунтовой водою; это и есть способъ перемежающейся фильтраціи. Гніющая вода, попадающая на культурныя поля орошенія, тоже просачивается въ землю и поглощается корнями растений,—причемъ въ этомъ случаѣ одна часть ея становится снова чистой грунтовой водою, тогда какъ другая обращается въ живую органическую матерію; это есть способъ очищенія при помощи культурныхъ полей орошенія. Въ томъ и въ другомъ способѣ требуется извѣстный промежутокъ времени, для того чтобы дѣятельныя бактеріи могли успѣшно совершить свою работу; попытки сократить этотъ промежутокъ дѣлаютъ очищеніе неэффективнымъ.

Постоянные анализы очищенной жидкости, связанные съ регулированіемъ быстроты фильтраціи, даютъ, напротивъ того, прекрасные результаты.

Водопроводъ, дѣйствуя въ городѣ въ теченіи уже довольно значительнаго промежутка времени, доставляетъ его жителямъ чистую, свѣжую и искрящуюся воду. Вслѣдъ за водопроводомъ послѣ продолжительной агитаціи прокладывается, наконецъ, и канализаціонная сѣтъ, благодаря которой нечистоты отводятся изъ жилыхъ помѣщеній на поля орошенія. Такимъ образомъ, загрязненная человекомъ чистая водопроводная вода обращается, благодаря ему-же, опять въ чистую воду.

Когда жилища, дворы и улицы стали чисты, а воздухъ свѣжъ, вторая часть задачи санитарнаго инженера закончена.

Санитарная техника есть самая интересная и самая важная отрасль строительнаго искусства. Ея интересъ заключается именно въ томъ, что она захватываетъ области медицины, химіи, біологіи, гидравлики и строительнаго искусства, а важность ея—въ томъ, что ближайшая ея цѣль—благополучіе даннаго населеннаго пункта—отражается на окружающихъ мѣстностяхъ и затѣмъ на всей націи. Для городского инженера, устроившаго въ своемъ городѣ водопро-

водъ и канализацію, эта работа можетъ служить источникомъ удовлетворенія и гордости, такъ какъ, благодаря ему, болѣзнетворные зародыши устраняются и вслѣдствіе этого часть человѣчества дѣлается крѣпче и здоровѣе.

Во второй части Гетевского Фауста, въ послѣдней сценѣ послѣдняго дѣйствія, герой драмы изображенъ въ видѣ санитарнаго инженера. Разочаровавшись въ роскоши и славѣ, онъ, старый, слѣпой и слабый человѣкъ, задумываетъ построить вокругъ деревни каменную стѣну, защищающую ее отъ наводненія, и дренировать ея почву для предохраненія жителей отъ малярій. Мефистофель берется надсматривать за работой и Фаустъ слышитъ уже сопровождающій ее шумъ. Онъ видитъ ее законченной и его внутреннимъ очамъ представляется крѣпкое и здоровое поколѣніе. Видѣніе такъ прекрасно, что онъ не можетъ удержаться отъ восклицанія: „Verweile doch, du bist so schön!“¹⁾ и это восклицаніе становится причиной смерти его тѣла и спасенія его души.

Мы находимся въ преддверіи 20 столѣтія. Закончивъ работу по устройству канализаціи, санитарный инженеръ невольно оглядывается назадъ на ту ужасную картину, которую представляетъ собой вообще и въ санитарномъ отношеніи въ частности время, предшествовавшее 17 столѣтію. Стѣдующій затѣмъ 18 вѣкъ, ознаменованный медленнымъ пробужденіемъ человѣчества, жадно искавшаго правды, возбуждаетъ въ немъ надежду на лучшее будущее. И, наконецъ, 19 столѣтіе, первая половина котораго отмѣчена постепеннымъ улучшеніемъ въ области санитарной техники, а вторая колоссальнымъ ея успѣхомъ, выразившимся въ увеличеніи средняго возраста населенія Америки почти на 4 года, даетъ картину полного благополучія и возбуждаетъ въ немъ чувства благодарности и преклоненія передъ наукой. Передъ его умственнымъ взоромъ встаетъ затѣмъ не ясная, но прекрасная картина будущихъ успѣховъ науки, роста благополучія и долговѣчности человѣчества, его нравственнаго и умственнаго совершенствованія, свидѣтелемъ которыхъ будетъ 20 вѣкъ.

¹⁾ „Мгвовеніе, прекрасно ты! продлись! постой!“ (пер. Гербеля).