

СВОЙСТВА ЕСТЕСТВЕННЫХЪ ВОДЪ И РАЗЛИЧНЫЕ  
— о — СПОСОБЫ ИХЪ ИСПРАВЛЕНІЯ. — о —

---

# ОЧИСТКА ВОДЪ

ПОМОЩЬЮ АППАРАТА  
СИСТЕМЫ КОНТРОЛЕРА  
ТУЛЬСКАГО АКЦИЗНАГО  
≡ УПРАВЛЕНІЯ ≡

**Ф. А. ТЕБЕНИХИНА.**



(Привилегія № 17124).



**ТУЛА.**

Типографія Е. И. Дружининой, Кіевская ул., д. № 18.

**1911.**



## Свойства естественныхъ водъ.

Совершенно чистая вода, не содержащая никакихъ примѣсей и соотвѣтствующая своей химической формулѣ ( $H_2O$ ) получается исключительно искусственнымъ путемъ (перегонкою). Въ природѣ же всѣ естественныя воды, каково-бы ни было ихъ происхожденіе, всегда содержатъ большее или меньшее количество различныхъ примѣсей, какъ газообразныхъ, такъ и твердыхъ. Причины, вызывающія эти явленія, какъ извѣстно, обусловливаются свойствомъ воды поглощать и растворять большинство элементовъ, съ которыми она приходитъ въ соприкосновеніе, такъ: чистая атмосферная вода уже при паденіи своемъ на землю, поглощая разныя составныя части атмосферы, значительно измѣняетъ свой составъ; попадая же на землю и просачиваясь черезъ водопроницаемые пласты, она извлекаетъ изъ почвы все то, что въ состояніи растворить и, въ зависимости отъ характера почвы и пройденнаго пути, получается съ большимъ или меньшимъ содержаніемъ постороннихъ примѣсей, какъ то: кислорода, азота, углекислоты, амміака, сѣроводорода, солей: кальція, магнія, натрія, калия, алюминія, кремнія, желѣза и проч.; кромѣ этого во всѣхъ водахъ содержится большее или меньшее количество органическихъ веществъ, какъ животнаго, такъ и растительнаго происхожденія. Всѣ эти примѣси оказываютъ существенное вліяніе на физическія и химическія свойства природныхъ водъ, а слѣдовательно и на ихъ примѣненіе.

Количества допустимыхъ примѣсей для различныхъ цѣлей хотя и различны, но точно и опредѣленно не указаны, такъ, на-примѣръ: вода, употребляемая для питья и для домашнихъ, хозяйственныхъ потребностей, должна содержать умеренное количество солей щелочныхъ и щелочно-земельныхъ металловъ (не болѣе 500 миллиграммъ въ 1 литрѣ воды), а также нѣкоторое количество газовъ — кислорода и углекислоты; такая вода вку-

снѣе и охотнѣе употребляется въ пищу и питье, чѣмъ вода, совершенно лишенная этихъ примѣсей. Амміакъ, сѣроводородъ, болѣзнетворные микробы, при тѣхъ же условіяхъ, дѣлаютъ воду совершенно непригодной для питья, а потому при санитарной оцѣнкѣ ея лишь сумма данныхъ рѣшаетъ вопросъ о выборѣ воды того или другого источника.

Для техническихъ же цѣлей почти во всѣхъ отрасляхъ промышленности желательны воды, совершенно не содержащія или же возможно съ меньшимъ содержаніемъ различныхъ примѣсей, такъ какъ послѣднія, какого бы онѣ происхожденія ни были, оказываются въ большей или меньшей степени вредными. Не останавливаясь на различныхъ отрасляхъ промышленности, гдѣ водою пользуются какъ вспомогательнымъ средствомъ, необходимо нѣсколько подробнѣе выяснитъ важное значеніе воды въ дѣлѣ питанія ею паровыхъ котловъ. Почти въ каждомъ промышленномъ предпріятіи водяной паръ употребляется или какъ источникъ энергіи, или какъ источникъ тепла, а потому паровые котлы являются необходимой принадлежностью каждаго завода или фабрики.

При кипяченіи воды въ паровикахъ, отъ вліянія различныхъ факторовъ (возвышенной температуры, испаренія, концентрации и давленія), примѣси ея претерпѣваютъ различныя измѣненія, при чемъ одни изъ нихъ разлагаются и разрушающимъ образомъ дѣйствуютъ на металлъ котловъ и арматуру ихъ, а другія — изъ растворимаго состоянія переходятъ въ нерастворимое и отлагаются на нагрѣваемыхъ поверхностяхъ въ видѣ плотной корки (накипи). Къ категоріи первыхъ примѣсей принадлежатъ: кислородъ, углекислота, хлористый магній, хлористый аммоній, а также нѣкоторыя другія хлористыя и сѣрнокислыя соли, которыя или непосредственно, или разлагаясь съ выдѣленіемъ свободныхъ кислотъ, вредно вліяютъ на металлъ котловъ, обуславливая ихъ внутреннее разфѣданіе и быструю изнашиваемость. Къ категоріи вторыхъ примѣсей относятся: двууглекислыя соли кальція и магнія, сѣрнокислый кальцій (гипсъ), соли: барія, алюминія, кремнія и др.; по мѣрѣ испаренія воды соли эти выдѣляются изъ нея и, отлагаясь на стѣнкахъ котловъ, образуютъ различной плотности и толщины корку (накипь). Кромѣ того, содержащіяся въ водѣ механическія примѣси, какъ минеральнаго, такъ и органическаго происхожденія также выдѣляются при испареніи воды и вмѣстѣ съ нерастворимыми солями отлагаются на нагрѣваемыхъ поверхностяхъ.

Главнымъ цементирующимъ веществомъ, способствующимъ образованію твердыхъ и плотныхъ отложеній, является гипсъ, который при температурѣ около  $140^{\circ}$  С. видоизмѣняется, переходить въ нерастворимое состояніе ( $2 \text{ Ca SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ) и, выделяясь въ видѣ мелкихъ кристалловъ, группируетъ всѣ выпадающіе изъ воды аморфные осадки и вмѣстѣ съ ними крѣпко пристаётъ къ стѣнкамъ котла въ видѣ каменистой корки.

Накипь, какъ извѣстно, является чрезвычайно плохимъ проводникомъ тепла; коэффициентъ теплопроводности ея хотя и зависитъ отъ ея состава, но по изслѣдованіямъ Rogers'a составляетъ едва  $\frac{1}{27}$  часть теплопроводности желѣза, вслѣдствіе чего накипь служитъ причиной весьма большого перерасхода топлива, такъ: по даннымъ различныхъ изслѣдователей только 1 миллиметръ ея вызываетъ перерасходъ топлива въ 8—10%, а при толщинѣ слоя накипи въ 5—6 миллиметровъ — достигаетъ 30—50%. Кромѣ этого, накипь также служитъ одной изъ главныхъ причинъ поврежденія и быстрой изнашиваемости паровыхъ котловъ, такъ какъ вслѣдствіе дурной теплопроводности ея часть топлива поглощается металломъ котловъ безъ передачи ея водѣ, металлъ при этомъ неравномѣрно расширяется и мѣстами сильно раскаляется, а это влечетъ за собою ослабленіе швовъ, образованіе выпучинъ и трещинъ, прогаръ и даже взрывъ самыхъ котловъ. Удаленіе накипи изъ паровиковъ (чистка ихъ) затруднительно и сопряжено съ значительной затратой рабочей силы и неизбежной остановкой ихъ дѣйствія.

Противодѣйствовать возникновенію всѣхъ этихъ нежелательныхъ явленій возможно лишь употребленіемъ воды съ возможно меньшимъ содержаніемъ названныхъ примѣсей, но въ природѣ такія воды встрѣчаются весьма рѣдко и въ недостаточномъ количествѣ. Въ большинствѣ же случаевъ и особенно въ крупныхъ центрахъ воды или очень загрязнены всевозможными отбросами человѣческаго жилья (рѣчные и почвенные) или очень жестки, т. е. содержатъ обильное количество щелочно-земельныхъ солей (артезианскія), поэтому вопросъ объ исправленіи естественныхъ водъ, т. е. о возможномъ освобожденіи ихъ отъ вредныхъ примѣсей, составляетъ одну изъ наиболѣе важныхъ задачъ технической химіи.





## Различные способы исправленія водъ.

Изысканіе рациональныхъ способовъ химической очистки воды, какъ для цѣлей техническихъ, такъ и санитарно-гигіеническихъ, является вопросомъ, имѣющимъ сравнительно отдаленное прошлое. Въ разное время предложено нѣсколько способовъ исправленія воды, имѣется множество водоочистительныхъ аппаратовъ, но разрѣшить этотъ вопросъ въ томъ благопріятномъ смыслѣ, который отвѣчалъ бы современнымъ требованіямъ техники и гигиены, до сихъ поръ не удавалось.

Наиболѣе существенными препятствіями къ этому являются съ одной стороны несовершенство существующихъ методовъ прибавки реактивовъ, съ другой — конструктивная сложность водоочистительныхъ приборовъ и непостоянство ихъ дѣйствія.

Химическая очистка воды, какъ извѣстно, основана на переводѣ растворимыхъ кальціевыхъ и магніевыхъ солей, обуславливающихъ жесткость ея, въ нерастворимыя и на послѣдующемъ удаленіи ихъ изъ воды отстаиваніемъ и фильтраціей. Процессъ этотъ совершается въ специальныхъ водоочистительныхъ аппаратахъ при посредствѣ различныхъ реактивовъ, изъ которыхъ наиболѣе употребительными являются известь и сода. Реакціи, имѣющія мѣсто при очисткѣ воды, можно иллюстрировать слѣдующими формулами:

- 1)  $\text{Ca H}_2 (\text{CO}_3)_2 + \text{CaO} = 2 \text{Ca CO}_3 + \text{H}_2\text{O}.$
- 2)  $\text{Mg H}_2 (\text{CO}_3)_2 + \text{CaO} = \text{Mg CO}_3 + \text{Ca CO}_3 + \text{H}_2\text{O}.$
- 3)  $\text{Mg CO}_3 + \text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Mg (OH)}_2 + \text{Ca CO}_3.$
- 4)  $\text{Ca SO}_4 + \text{Na}_2 \text{CO}_3 = \text{Ca CO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4.$
- 5)  $\text{Mg Cl}_2 + \text{Na}_2 \text{CO}_3 = \text{Mg CO}_3 + 2\text{Na Cl}.$

Изъ формулъ этихъ видно, что кальціевыя и магніевыя соли, перейдя въ нерастворимыя, выдѣляются въ осадкѣ, а въ растворѣ остаются сернокислыя и хлористыя соли натрія, вслѣдствіе чего жесткія воды дѣлаются мягкими. Но указанная реакція, какъ и

всякая химическая, может происходить правильно въ томъ лишь случаѣ, когда количества прибавляемыхъ реактивовъ будутъ эквивалентны солямъ очищаемой воды; въ противномъ же случаѣ (при недостаткѣ или избыткѣ ихъ) правильность процесса очистки воды нарушается.

Во всѣхъ существующихъ непрерывно-дѣйствующихъ водоочистителяхъ процессъ исправленія воды происходитъ въ большей или меньшей степени автоматически—при одновременномъ поступленіи очищаемой воды и растворовъ реактивовъ, при чемъ притокъ ихъ регулируется путемъ устройства болѣе или менѣе сложныхъ механическихъ приспособленій, какъ то: поплавковъ, крановъ, трубочекъ, черпаковъ, клапановъ, гидравлическихъ колесъ и т. п. Достигнуть равномерной и автоматической очистки воды при такихъ приспособленіяхъ возможно лишь при выполненіи слѣдующихъ условій: 1) объемныя соотношенія между реактивными растворами и очищаемой водой должны быть строго опредѣленны и постоянны и 2) единица объема каждаго реактивного раствора должна содержать строго опредѣленное количество дѣйствующаго вещества.

Практика же установокъ различныхъ системъ водоочистителей и мои многочисленныя наблюденія показываютъ, что ни одно изъ этихъ основныхъ положеній не можетъ быть выполнено въ нихъ по слѣдующимъ основаніямъ: 1) регулировать притокъ реактивовъ при посредствѣ крановъ, клапановъ и другихъ приспособленій, связанныхъ съ поплавками, совершенно невозможно, какъ вслѣдствіе неизбежной загрязняемости ихъ, такъ и потому, что сопротивление движенію регулирующаго механизма есть факторъ непостоянный, измѣняющійся въ зависимости отъ различныхъ причинъ (переменнаго напора исправляемой воды, неравномерной подвижности крановъ, клапановъ, блоковъ и т. п. въ зависимости отъ ихъ загрязненія) и 2) концентрація реактивныхъ растворовъ, особенно известковаго, колеблется въ довольно широкихъ предѣлахъ. (Непрерывное полученіе вполне насыщенныхъ известковыхъ растворовъ затруднительно; вслѣдствіе весьма трудной растворимости извести, загрязняемости сатураторовъ нерастворимыми щелочно-земельными солями, образующимися отъ дѣйствія извести на проходящую въ большомъ количествѣ черезъ сатураторъ воду и многихъ другихъ причинъ, зависящихъ частью отъ способовъ прибавки известковаго реактива, частью отъ конструкціи самихъ известковыхъ сатураторовъ, растворы получаются въ большинствѣ случаевъ значительно слабѣ насыщенныхъ и къ тому же неоднородной крѣпости). Такимъ обра-

зомъ, соотношенія между реактивами и солями очищаемой воды постоянно нарушаются, что тотчасъ же отзывается на качествѣ очищенной воды, которая нерѣдко бываетъ или очень жесткой, или очень щелочной.

Всѣ попытки, направленные къ устраненію этихъ нежелательныхъ явленій, не увѣнчались успѣхомъ. Новѣйшіе весьма сложные приборы, въ которыхъ, по заявленію конструкторовъ, предусмотрѣны всѣ детали исправленія воды, также не облегчили этой задачи, а наоборотъ скорѣе затруднили, такъ какъ сложность всѣхъ приспособленій этихъ аппаратовъ уже сама по себѣ является плохой гарантіей правильности ихъ дѣйствія и требуетъ за собою усиленнаго контроля, какъ съ механической, такъ и съ химической стороны. Типичными представителями такихъ приборовъ являются аппараты, въ которыхъ очищаемая вода проходитъ черезъ гидравлическое колесо и сама приводитъ въ движеніе всѣ механизмы аппаратовъ. Главная регулирующая часть этихъ приборовъ — водоналивное колесо находится въ кинематической связи съ различными черпаками, зубчатыми и червячными передачами, качающимися трубочками, вертикальными и горизонтальными промѣшивателями, клапанами, кранами и т. п. Достигнуть точнаго соответствія между реактивами и солями воды при такой сложной конструкціи весьма затруднительно, но еще труднѣе сохранить эти соотношенія при дальнѣйшей работѣ аппаратовъ, загрязняемости и изнашиваемости частей ихъ. По мѣрѣ загрязненія механизмовъ и въ особенности сальниковъ промѣшивателей выдѣляющимися изъ воды отъ дѣйствія реагентовъ осадками, нерастворенными частицами извести и различными примѣсями ея, сопротивление между трущимися поверхностями увеличивается. Вслѣдствіе этого гидравлическое колесо каждаго изъ аппаратовъ, рассчитанное на одну и ту же движущую силу (струю падающей на него очищаемой воды), не можетъ выполнять возложенной на него работы, количество оборотовъ его уменьшается и часть воды проходитъ безъ отсчета, а такъ какъ подача реактивовъ и дѣйствіе всѣхъ механическихъ приспособленій согласованы именно съ движеніемъ этого колеса, то, съ измѣненіемъ движенія его, нарушается весь ходъ аппарата, а слѣдовательно — самый процессъ исправленія воды. Въ нѣкоторыхъ же изъ такихъ аппаратовъ для періодической прибавки извести автоматическимъ путемъ является необходимость пускать этотъ реактивъ въ видѣ пушонки (легкаго порошка), при сбрасываніи которой съ полокъ поднимающейся пылью всѣ названныя меха-

ническія приспособленія еще въ большей мѣрѣ загрязняются, отчего и сопротивленіе между трущимися поверхностями еще въ большей степени увеличивается. Концентрація известковаго реагента (известковой воды) въ этихъ аппаратахъ, благодаря учащенной подачѣ извести (въ видѣ известковаго молока или въ видѣ пушонки) и непрерывному перемѣшиванію ея съ водою, хотя болѣе постоянна, чѣмъ въ водоочистителяхъ, не снабженныхъ гидравлическими колесами, но также нерѣдко колеблется.

На степень насыщенія известковой воды, помимо упомянутыхъ выше причинъ, оказываютъ существенное вліяніе способъ заготовленія известковаго реактива и его свойство жадно поглощать углекислоту воздуха. Известь, какъ извѣстно, составляетъ весьма энергичное основаніе, находящее всюду кислотныя вещества, съ которыми и даетъ соотвѣтствующія соли; изъ воздуха она притягиваетъ сначала влагу, а затѣмъ углекислоту и переходитъ въ углекислый кальцій; въ комовой извести процессъ этотъ совершается сравнительно медленно, въ измельченной же, а тѣмъ болѣе въ пушонкѣ, содержащей значительное количество влаги, во много разъ энергичнѣе и полнѣе. Поэтому заготовка известковой пушонки и храненіе ея сопряжены съ большей или меньшей тратой (въ зависимости отъ продолжительности храненія) полезной окиси кальція, неизбѣжныя же при такихъ условіяхъ измѣненія въ составѣ извести вызываютъ соотвѣтствующія колебанія въ крѣпости известковой воды, не говоря уже о непродуцительной тратѣ самого известковаго реагента.

Водоочистители безъ регулирующихъ гидравлическихъ колесъ хотя не столь сложны по своей конструкціи и не столь автоматичны, но также въ большей или меньшей степени не свободны отъ вышеуказанныхъ недостатковъ, а концентрація известковой воды въ сатураторахъ, благодаря сравнительно рѣдкой прибавкѣ извести, колеблется даже въ большихъ предѣлахъ, чѣмъ въ аппаратахъ съ учащенной подачей ея. При такихъ условіяхъ, когда дѣйствіе аппаратовъ и процессы исправленія воды поставлены въ зависимость отъ всевозможныхъ случайностей, предусмотрѣть и предупредить которыя, при существующихъ конструкціяхъ непрерывно-дѣйствующихъ водоочистителей, не представляется возможнымъ, правильные химическіе и механическіе расчеты при установкахъ аппаратовъ уступаютъ мѣсто эмпирическимъ приѣмамъ, почему и результаты исправленія воды носятъ чисто случайный характеръ. Очищенная вода вслѣдствіе этого, въ большинствѣ случаевъ, получается неоднороднаго



качества, какъ жесткость, такъ и щелочность ея колеблется почти каждыя полчаса, вода имѣетъ непріятный щелочной привкусъ, нерѣдко содержитъ фдкій натръ (продуктъ взаимодѣйствія реактивовъ), почему совершенно не пригодна для санитарно-гигиеническихъ цѣлей; употребляемая же исключительно для техническихъ надобностей и преимущественно для питанія паровыхъ котловъ, она приноситъ лишь частичную пользу, такъ какъ совершенно не избавляетъ нагреваемыхъ поверхности отъ накипи, а при небрежномъ уходѣ за аппаратомъ—можетъ даже служить причиной разбѣданія водомѣрныхъ стеколъ и другой арматуры котловъ. Постоянныя и иногда значительныя измѣненія въ ходѣ аппаратовъ отъ первоначальной установки ихъ, вызываютъ необходимость время отъ времени производить провѣрку дѣйствія ихъ, каковая работа, вслѣдствіе конструктивной сложности приборовъ, весьма затруднительна и влечетъ за собою остановку въ исправленіи воды.

Поэтому, не смотря на то, что единственно вѣрнымъ и рациональнымъ средствомъ борьбы съ накипью является все же способъ химической очистки воды до введенія ея въ котель, вышеуказанные недостатки непрерывно-дѣйствующихъ водоочистителей служатъ большимъ тормозомъ къ ихъ распространенію и очень многія промышленныя учрежденія до настоящаго еще времени употребляютъ для питанія паровиковъ неисправленную воду, или для умягченія ея прибѣгаютъ къ различнымъ патентованнымъ средствамъ, весьма сомнительнаго свойства и приносящимъ въ лучшемъ случаѣ лишь палліативную пользу. Большинство антинакипныхъ средствъ содержатъ въ своемъ составѣ соду углекислую или каустическую и также претендуютъ на химическое исправленіе воды, но совершенно не достигаютъ своей цѣли уже по одному тому, что составъ естественныхъ водъ различенъ и каждая вода требуетъ соотвѣтствующей прибавки реагентовъ. Примѣненіе же однихъ и тѣхъ же средствъ для исправленія любыхъ водъ, независимо отъ ихъ состава, можетъ принести больше вреда, чѣмъ пользы. Кромѣ этого среди антинакипныхъ средствъ не мало и такихъ, которыя содержатъ въ своемъ составѣ вредно и разрушающе дѣйствующія на металлъ примѣси, какъ то: растительныя и минеральныя масла, патоку и даже кислоты, отсюда очевидно, насколько рискованно употребленіе этихъ универсальныхъ умягчителей водъ въ дѣлѣ борьбы съ накипью. Профессоръ С.-Петербургскаго Технологическаго Института Г. Ф. Деппъ, курсъ лекцій котораго о паровыхъ котлахъ является капитальнѣйшимъ

трудомъ и настольной книгой для интересующихся этимъ дѣломъ лицъ, предостерегая отъ увлеченія различными антинакипными и умягчительными средствами, говорить: „противъ неосторожнаго и легкомысленнаго примѣненія подобныхъ средствъ ведется за границею систематическая борьба обществами по наблюденію за котлами: они отсылаютъ въ лабораторіи для анализа всѣ образчики ихъ, которые имъ доставляются, и безпощадно публикуютъ результаты анализа“. У насъ же, къ сожалѣнію, не слѣдуютъ такому хорошему примѣру, и названныя средства не только не встрѣчаютъ на пути къ своему широкому распространенію какихъ-либо препятствій, но даже нерѣдко рекламируются лицами, занимающими видное положеніе въ техническомъ мірѣ.

Въ послѣднее время усиленно рекламируется новый способъ исправленія воды посредствомъ искусственныхъ цеолитовъ. Будучи весьма привлекательнымъ при поверхностномъ ознакомленіи съ нимъ, въ дальнѣйшемъ, при болѣе детальномъ изученіи, какъ самого процесса, такъ и качества исправленной этимъ способомъ воды, приходится признать его не только не имѣющимъ какихъ-либо преимуществъ передъ другими способами химической очистки воды, но въ нѣкоторыхъ отношеніяхъ даже уступающимъ имъ. Не касаясь подробно состава цеолитоваго препарата и самого процесса исправленія воды, я позволяю себѣ лишь обратить вниманіе интересующихся этимъ способомъ лицъ на тѣ существенныя недостатки, о которыхъ представители д-ра Ганса или совершенно умалчиваютъ, или даютъ весьма слабое представленіе въ своихъ рекламныхъ брошюрахъ и которые, по моему мнѣнію, имѣютъ весьма существенное значеніе въ дѣлѣ очистки воды названнымъ способомъ, такъ напримѣръ:

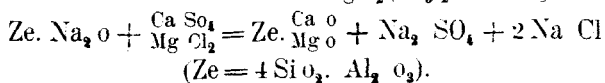
1) Искусственные цеолиты (извѣстные въ продажѣ подъ названіемъ Пермутита и цеолитоваго песка) не являются стойкимъ неразлагающимся препаратомъ и, кромѣ способности входить въ обмѣнную реакцію съ щелочно-земельными металлами воды, также выщелачиваются проходящей черезъ нихъ водою, въ особенности въ присутствіи свободной углекислоты. Послѣдняя, какъ извѣстно, всегда содержится въ естественныхъ водахъ и съ окисью натрія, или вѣрнѣе съ гидратомъ окиси натрія цеолитоваго песка, непосредственно вступаетъ въ соединеніе, образуя двууглекислый натръ, который цѣликомъ и уносится проходящей черезъ цеолитовый фильтръ водою. Очевидно, что окись натрія, вступившая не въ обмѣнную реакцію, а въ непосредственное соединеніе съ углекислотою, не восполняется уже при регенераціи препарата

хлористымъ натріемъ, съ постепенной же и неизбѣжной утратой окиси натрія—единственно дѣйствующаго реагента цеолитоваго песка, постепенно утрачивается его умягчающая способность, которая со временемъ сходитъ на нѣтъ, при чемъ критическій моментъ наступить тѣмъ скорѣе, чѣмъ больше исправляемая вода будетъ содержать свободной углекислоты и чѣмъ меньше въ цеолитовомъ пескѣ будетъ содержаться окиси натрія (продажные сорта цеолитоваго песка содержать ея отъ 7 до 15%).

2) Щелочность исправленныхъ цеолитовымъ способомъ водъ въ нѣсколько разъ больше, чѣмъ при другихъ способахъ исправленія и въ большинствѣ случаевъ превышаетъ щелочность естественныхъ водъ, такъ какъ даетъ сумму реакцій, какъ обмѣннаго разложенія двууглекислыхъ солей, такъ и прямого соединенія гидрата окиси натра съ свободной углекислотой исправляемой воды. Бикарбонатная щелочность естественныхъ водъ колеблется въ предѣлахъ 10—20 Н° (а въ отдѣльныхъ случаяхъ бываетъ значительно больше) и, слѣдовательно, вся удерживается въ исправленной цеолитами водѣ при одной только обмѣнной реакціи; при этомъ качественная сторона ея заслуживаетъ особеннаго вниманія по слѣдующимъ основаніямъ: а) щелочность естественныхъ водъ почти исключительно зависитъ отъ бикарбонатовъ щелочно-земельныхъ металловъ и, какъ устранимая, не играетъ вредной роли въ любомъ техническомъ производствѣ, такъ какъ при нагревѣ или кальцинаціи воды на холоду, съ выдѣленіемъ свободной и полусвязанной углекислоты, бикарбонаты эти переходятъ въ среднія соли и, какъ таковыя, по своей малой растворимости, выпадаютъ; б) суммарная же щелочность исправленной цеолитовымъ способомъ воды обуславливается главнымъ образомъ двууглекислымъ натромъ, который при нагревѣ переходитъ въ углекислый, почему щелочность такой воды не устранима и крайне вредна во всѣхъ отношеніяхъ, въ особенности же—въ паровомъ хозяйствѣ, такъ какъ концентрированные щелочные растворы разъѣдаютъ водомѣрные стекла и арматуру котловъ, а также обуславливаютъ неравномѣрное порывистое кипѣніе жидкости съ обильнымъ отдѣленіемъ пѣны. (Въ технику исправленія водъ главнымъ критеріемъ щелочности ихъ является титрованіе  $\frac{1}{10}$  N соляной или сѣрной кислотами при индикаторѣ фенолфталеинѣ, слѣдовательно, щелочность холодной исправленной цеолитами воды, какъ состоящая изъ двууглекислаго натра, не можетъ быть открыта таковымъ и лишь послѣ нагрева воды реакція съ фенолфталеиномъ дѣлается ясной).

3) Исправленіе рѣчныхъ, прудовыхъ и озерныхъ водъ встрѣчаетъ значительныя осложненія и затрудненія. Большинство этихъ водъ содержитъ въ своемъ составѣ различныя взвѣшанныя механическія примѣси, какъ то: глиноземъ, кремнеземъ и продукты распада водорослей и низшихъ животныхъ организмовъ; примѣси эти обуславливаютъ мутность воды и столь мелки, что частью проникаютъ черезъ слой кварцеваго песка, или другія фильтрующія среды, охраняющія цеолитовый песокъ отъ загрязненія, и задерживаются самимъ цеолитовымъ фильтромъ, пропускная способность котораго, по мѣрѣ загрязненія, значительно уменьшается. Кромѣ этого названныя примѣси, обволакивая зерна цеолитоваго песка изолирующимъ слоемъ, препятствуютъ какъ процессу умягченія воды, такъ и регенераціи препарата, промывка же цеолитоваго фильтра крайне затруднительна и, вслѣдствіе хрупкости цеолитоваго песка, сопряжена съ большою тратой дорого стоящаго препарата. Поэтому процессу исправленія рѣчныхъ водъ, а тѣмъ болѣе прудовыхъ и озерныхъ, въ большинствѣ случаевъ, долженъ предшествовать процессъ освобожденія ихъ отъ муты, что вполне достигается лишь предварительной коагуляціей и отстаиваніемъ смѣси въ особыхъ довольно цѣнныхъ и громоздкихъ приборахъ. Между тѣмъ при другихъ способахъ исправленія воды одновременно съ умягченіемъ происходятъ процессы коагуляціи и отстаиванія смѣси, такъ какъ выдѣляющіяся отъ прибавки реактивовъ нерастворимыя щелочно-земельныя соли воды группируются съ механическими примѣсями ея, увлекаютъ ихъ своей массой и вмѣстѣ же съ ними выпадаютъ изъ смѣси, почему въ предварительномъ освѣтленіи воды надобности не встрѣчается.

4) Концентрація исправленныхъ цеолитовымъ способомъ водъ значительно выше, чѣмъ при другихъ способахъ исправленія, при чемъ плотный остатокъ ихъ состоитъ главнымъ образомъ изъ двууглекислаго натра и частью — сѣрникоислаго и хлористаго натра. Подобное явленіе объясняется тѣмъ, что процессъ исправленія (умягченія) — основанъ на свойствахъ цеолитовъ вступать въ обмѣнныя реакціи съ водными растворами солей щелочно-земельныхъ металловъ, почему всѣ соли естественныхъ водъ удерживаются при исправленіи въ растворѣ; происходящія реакціи можно иллюстрировать такъ: 
$$\text{Ze. Na}_2\text{O} + \frac{\text{Ca H}_2(\text{CO}_3)_2}{\text{Mg H}_2(\text{CO}_3)_2} = \text{Ze. CaO} + 2 \text{Na HCO}_3$$



При другихъ же способахъ — (при исправленіи известью и содой) двууглекислыя щелочно-земельныя соли, съ переходомъ въ среднія, выпадаютъ изъ воды, а въ обмѣнныя реакціи вступаютъ лишь сѣрно-кислыя и хлористыя щелочно-земельныя соли, почему плотный остатокъ этихъ исправленныхъ водъ всегда меньше, чѣмъ исправляемыхъ — и состоитъ преимущественно изъ сѣрнокислаго и хлористаго натра.

По мѣрѣ испаренія воды, съ поступленіемъ новыхъ порцій ея въ паровой котель, концентрація раствора, какъ извѣстно, вообще увеличивается и можетъ быть столь значительной, что можетъ вызвать перерасходъ топлива, концентрированные же щелочные растворы, кромѣ этого, вызываютъ неравномѣрное кипѣніе съ обильнымъ выдѣленіемъ пѣны и служатъ причиной порчи крановъ, клапановъ и водомѣрныхъ стеколъ. Очевидно, что при цеолитовомъ способѣ, благодаря обмѣннымъ реакціямъ, какъ концентрація, такъ и щелочность котловой воды всегда будетъ значительно выше, чѣмъ при другихъ способахъ исправленія водъ: — это отчасти не отрицаютъ и представители д-ра Ганса, дающіе совѣтъ „въ случаяхъ, гдѣ умягчаемая вода обладаетъ очень большою щелочностью и гдѣ требуется пониженіе этой щелочности, предварительно лишать исправляемую воду углекислоты или кипяченіемъ или кальцинаціей ея на холоду“, сводя такимъ образомъ роль цеолитоваго способа исправленія воды на роль содоваго реагента при другихъ способахъ исправленія. Такія двойныя умягчительныя установки уже получили практическое осуществленіе; на извѣстномъ мнѣ заводѣ вода сначала исправляется на холоду известью, а затѣмъ уже цеолитами; практикуется это преимущественно съ цѣлью устранить вышеуказанные недостатки цеолитоваго способа, а также съ цѣлью использовать установленные ранѣе и не оправдавшіе возлагаемыхъ на нихъ надеждъ водоочистительные приборы.

Не говоря уже о дороговизнѣ и громоздкости такихъ комбинированныхъ умягчительныхъ установокъ, для новаго оборудованія которыхъ нужны особыя и исключительныя соображенія, самъ двойной процессъ очистки воды сопряженъ съ большими хлопотами и не экономиченъ.

5) Вообще же съ экономической стороны цеолитовый способъ исправленія воды не только не имѣетъ преимуществъ передъ другими способами, но даже въ большинствѣ случаевъ уступаетъ имъ, такъ какъ и эксплуатація его, и устройство цеолито-

выхъ умягчительныхъ станцій вызываютъ сравнительно большіе расходы, чѣмъ при другихъ способахъ, а именно:

а) Главный расходъ по эксплуатаціи падаетъ на поваренную соль, ежедневно потребляемую для регенераціи препарата. Процессъ регенераціи заключается въ пропусканіи 5 или 10% раствора поваренной соли черезъ цеолитовый фильтръ и основанъ на свойствахъ отработанныхъ цеолитовъ вступать въ обмѣнные реакціи съ хлористымъ натромъ, при чемъ натръ изъ раствора поваренной соли замѣщаетъ кальцій и магній отработанныхъ цеолитовъ, т. е. восстанавливаетъ ихъ, что можно было бы иллюстрировать такъ: 
$$\text{Ze.} \begin{matrix} \text{Ca} & 0 \\ \text{Mg} & 0 \end{matrix} + 2 \text{Na Cl} = \text{Ze. Na}_2 0 + \begin{matrix} \text{Ca} & \text{Cl}_2 \\ \text{Mg} & \text{Cl}_2 \end{matrix}$$
  
(Ze = 4 Si O<sub>2</sub>. Al<sub>2</sub> O<sub>3</sub>).

Но въ дѣйствительности реакціи замѣщенія не вполне согласуются съ приведенной формулой, такъ какъ натръ изъ раствора поваренной соли весьма трудно и лишь отчасти вступаетъ въ обмѣнные реакціи съ щелочно-земельными металлами отработанныхъ цеолитовъ, а большая часть его остается въ растворѣ неиспользованной съ хлористыми солями кальція и магнія, почему количество расходуемой соли для регенераціи цеолитоваго песка не соотвѣтствуетъ теоретическимъ расчетамъ и въ дѣйствительности расходуется въ 3—4 раза болѣе. Это явленіе объясняется тѣмъ, что новообразующіяся хлористыя соли кальція и магнія, какъ хорошо растворимыя, не удаляются изъ круга взаимодѣйствія, а при такихъ условіяхъ реакціи не идутъ до конца, и разложеніе, вслѣдствіе наступившаго равновѣсія, неизбѣжно останавливается (положеніе Бертолле). При другихъ же способахъ исправленія воды, въ частности—известью и содой, при происходящихъ обмѣнныхъ реакціяхъ между реагентами и солями воды, новообразующіяся среднія и основныя щелочно-земельныя соли, по своей весьма малой растворимости, удаляются изъ круга взаимодѣйствующихъ веществъ, почему процессъ разложенія можетъ идти до конца, и количества расходуемыхъ въ дѣйствительности реактивовъ близки къ теоретическимъ исчисленіямъ.

Такимъ образомъ, сопоставляя стоимость реактивовъ: кальцинированной соды—1 руб. 20 коп., извести—15—20 коп. и соли, для большинства мѣстностей—30—40 коп. за пудъ, и имѣя въ виду, что соли требуется въ 3—4 раза болѣе, чѣмъ другихъ реагентовъ, получимъ, что лишь устраненіе постоянной жесткости воды вызоветъ одинаковый расходъ въ обоихъ случаяхъ (высокая стоимость содоваго реагента компенсируется увеличеннымъ

расходомъ соды), а устраненіе временной жесткости посредствомъ извести обходится въ 6—7 разъ дешевле, чѣмъ цеолитами, такъ какъ известъ почти вдвое дешевле соли и къ тому же требуется ея въ 3—4 раза меньше. А такъ какъ естественныхъ водъ съ одной постоянной жесткостью почти не встрѣчается, а нерѣдко временная (устраняемая кипяченіемъ) жесткость даже преобладаетъ, то, очевидно, что исправленіе большинства водъ цеолитовымъ способомъ будетъ совершенно невыгодно по сравненію съ другими способами, за исключеніемъ лишь мѣстностей, богатыхъ солью, гдѣ стоимость ея незначительна.

Для всесторонняго выясненія экономической стороны цеолитоваго способа необходимо принять во вниманіе еще и то обстоятельство, что на приготовленіе регенерирующихъ соляныхъ растворовъ и отмывку цеолитовыхъ фильтровъ употребляется исключительно исправленная вода, которой приблизительно расходуется 7—10% отъ всего количества ея, что еще въ большей степени удорожаетъ цеолитовый способъ по сравненію съ другими, при которыхъ такого рода расходъ совершенно не имѣетъ мѣста.

б) Первоначальныя затраты по оборудованію цеолитовыхъ умягчительныхъ станцій сводятся къ расходу по приобрѣтенію цеолитоваго песка, по устройству фильтровъ и чановъ для приготовленія регенерирующихъ растворовъ, при чемъ доминирующую роль играетъ цеолитовый песокъ, котораго для оборудованія станцій съ производительностью, напримѣръ, въ 100 куб. метровъ въ сутки, при жесткости воды въ 30 Н° потребуется согласно формулъ, приведенной въ брошюрѣ представителя Д-ра Ганса въ Россіи, ( $X = \frac{1 \times 100 \times 30}{0,33 \times 10}$ ) = 900 килограммъ, а такъ какъ цеолиты подвергаются ежедневной регенерации, то для непрерывной работы такой станціи требуется установка двухъ цеолитовыхъ фильтровъ, изъ которыхъ одинъ будетъ находиться въ работѣ, а другой въ регенерации — слѣдовательно, цеолитоваго песка требуется двойное количество, т. е. 1800 килограммъ или около 110 пудовъ. При существующей же стоимости песка въ 18—23 руб. за пудъ расходъ по этой статьѣ простирается до 2530 рублей.

Необходимо замѣтить при этомъ, что на основаніи какъ моихъ наблюденій надъ цеолитами, такъ—и другихъ изслѣдователей, приведенная формула не отвѣчаетъ дѣйствительности, такъ какъ умягчительная способность продажнаго цеолитоваго песка едва равна 50%, противъ предполагаемой въ формулѣ, почему для исправленія 100 куб. метровъ воды при указанныхъ усло-

вияхъ требуется около 220 пудовъ на сумму приблизительно до 5060 рублей. Кроме этого, расходы по приобретению цеолитоваго песка не ограничиваются одной первоначальной затратой, а каждый годъ приходится пополнять неизбежную его утрату, происходящую частью вслѣдствіе механическаго распада его и частью вслѣдствіе упомянутого выше выщелачиванія полезной окиси натрія цеолитоваго песка очищаемой водой, вслѣдствіе содержанія въ ней свободной углекислоты, что еще болѣе дѣлаетъ цеолитовый способъ исправленія воды не экономичнымъ.

Равнымъ образомъ устройство фильтровъ для столь большого количества цеолитоваго песка и чановъ для регенерирующихъ растворовъ также вызываетъ довольно значительный расходъ, который, вмѣстѣ съ указанными затратами по приобретению цеолитоваго песка, превышаетъ стоимость оборудования водоочистительныхъ аппаратовъ другихъ системъ при одинаковой производительности.

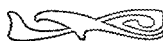
На основаніи всего вышесказаннаго для большинства водъ единственно вѣрнымъ и экономичнымъ способомъ исправленія, по моему мнѣнію, все же необходимо признать способъ холодной очистки при посредствѣ извести и соды, но при условіи точнаго выполненія основныхъ принциповъ веденія самого процесса, каковой можетъ происходить правильно въ томъ лишь случаѣ, если реактивы будутъ прибавляться не въ видѣ растворовъ неопредѣленной концентраціи и неопредѣленныхъ объемовъ, а точно опредѣленные вѣсовые количества ихъ будутъ смѣшиваться съ постояннымъ строго опредѣленнымъ объемомъ воды. Попытки такого рода исправленія водъ дѣлались неоднократно, примѣромъ чему служатъ періодически-дѣйствующие водоочистители, но ихъ громоздкость и несовершенство методовъ прибавки реактивовъ, при которыхъ является необходимость нагревать смѣсь до 50—70° С., сдѣлали способъ этотъ мало употребительнымъ.

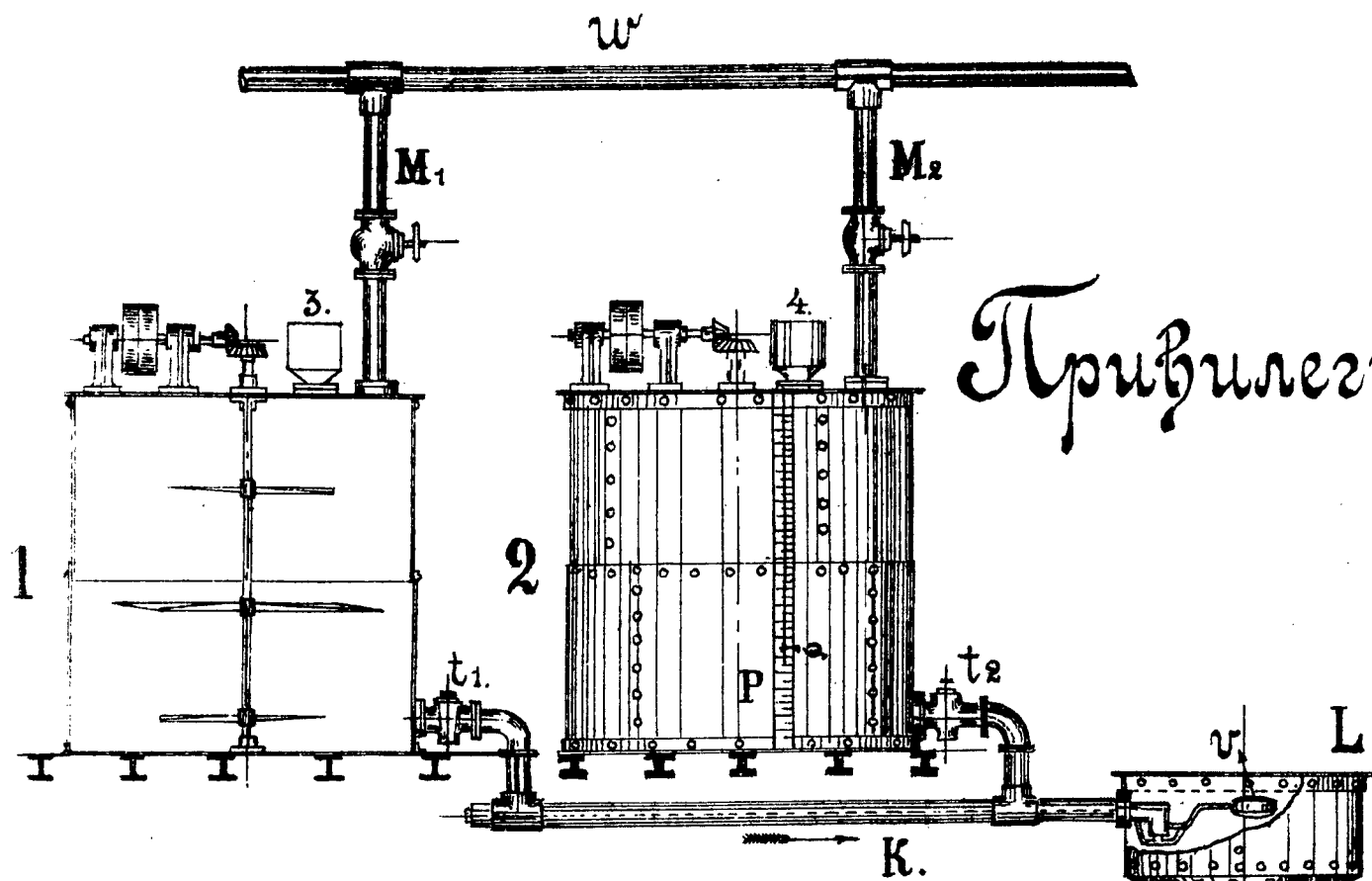
Выше было сказано, что химическія реакціи могутъ идти точно и до конца лишь при строго опредѣленномъ соотношеніи реагирующихъ веществъ, если при этомъ соблюдены всѣ другія условія правильности хода происходящихъ процессовъ. Но для воды, гдѣ совершенно неизвѣстна истинная комбинація входящихъ въ ее составъ элементовъ (составъ сухого остатка, т. е. соляной массы, устанавливается лишь предположительно), а ходъ химическихъ реакцій при процессахъ исправленія воды точно не изученъ, эквивалентная прибавка различныхъ реагентовъ, а въ частности — извести и соды, не гарантируетъ конечныхъ резуль-



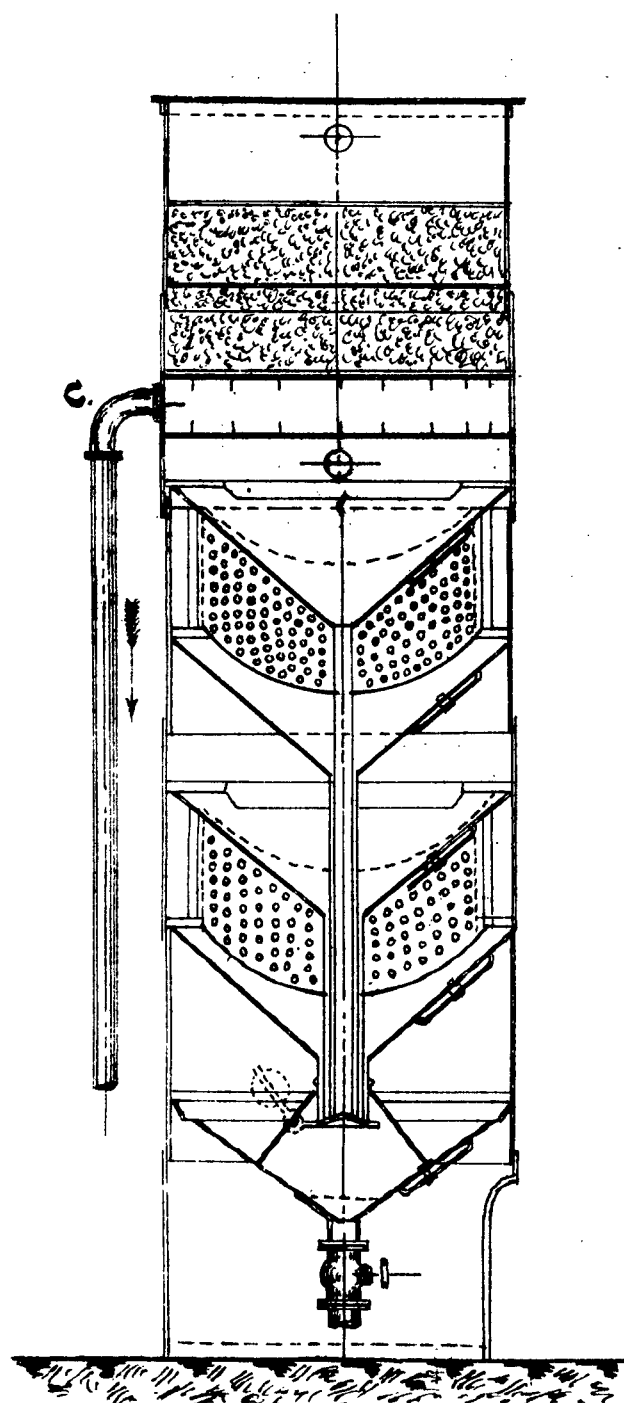
татовъ процесса, а слѣдовательно — надлежащаго качества самой исправленной воды. Поэтому вопросъ о химическомъ исправленіи, а въ частности — объ умягченіи воды, съ давнихъ поръ служилъ предметомъ изученія для многочисленныхъ изслѣдователей и создалъ уже обширную литературу, предлагающую самые разнообразные методы. Не останавливаясь на критической оцѣнкѣ каждаго изъ такихъ методовъ, позволяю лишь замѣтить, что и новѣйшіе изъ нихъ, основанные на непосредственномъ, опытнымъ опредѣленіи нужнаго количества реагентовъ (известн и соды), также не во всѣхъ случаяхъ и не со всѣми водами даютъ вполне удовлетворительные результаты и optimum умягченія въ большинствѣ случаевъ достигается лишь при нагрѣвѣ воды.

Выработанный же мною методъ опредѣленія количественной прибавки этихъ реактивовъ позволяетъ вести процессъ исправленія воды при любой температурѣ, при чемъ степень жесткости воды и ея характеръ значенія не имѣютъ.

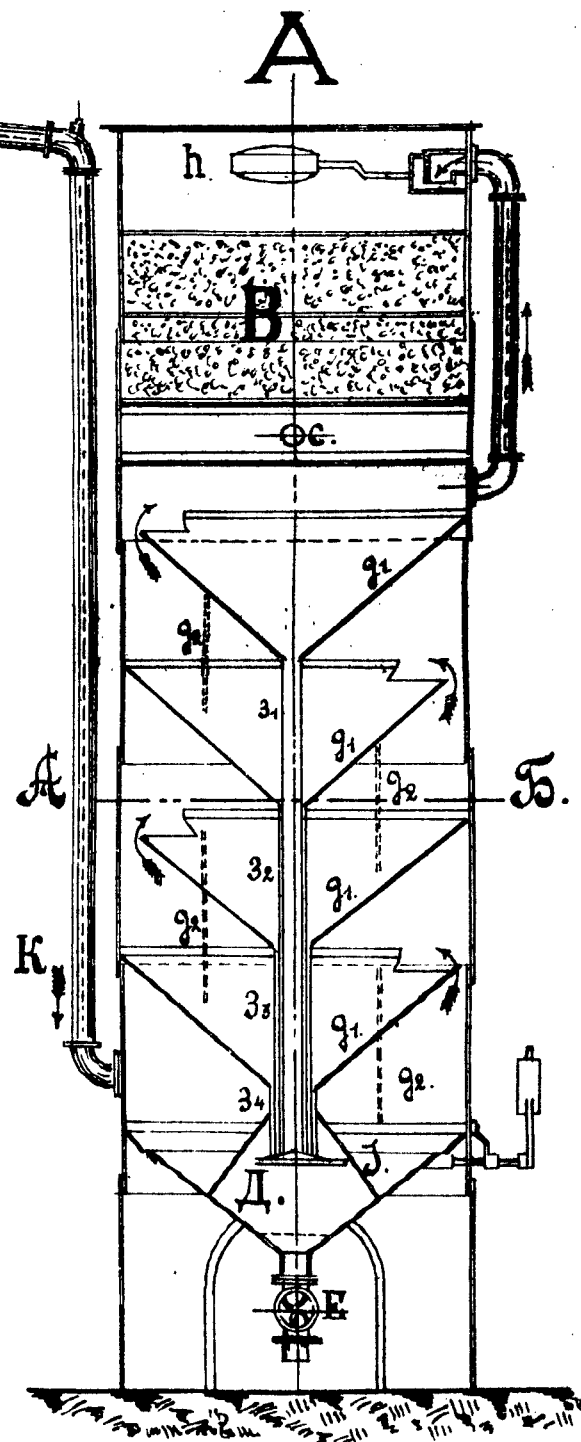
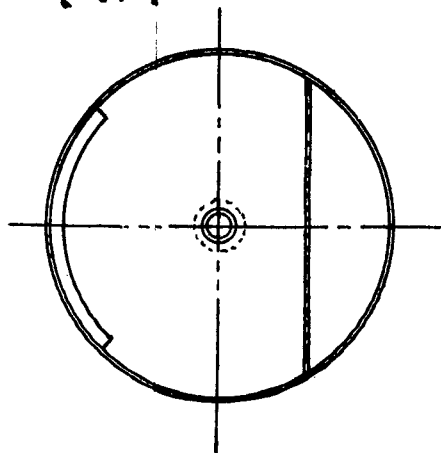




Трубина № 17124.



Разреш по АБ.





## Описаніе дѣйствія водоочистительнаго аппарата системы Ф. А. Тебенихина.

Водоочиститель состоитъ изъ слѣдующихъ главныхъ частей: 1) баковъ смѣсителей №№ 1 и 2, 2) фильтра-отстойника (резервуаръ А) и 3) передаточнаго резервуара Л. Чанки для реактивовъ 3 и 4 могутъ быть замѣнены различной ручной посудой и устанавливаются только въ очень большихъ приборахъ.

Очищаемая вода поступаетъ изъ магистрالی W черезъ трубы  $M_1$  и  $M_2$  попеременно въ тотъ или другой бакъ-смѣситель; изъ чанковъ 3 и 4 или какихъ-либо другихъ сосудовъ въ нихъ поступаютъ растворы реактивовъ, и все это тщательно перемѣшивается ручными или механическими мѣшалками. Смѣсь черезъ краны  $t^1$  и  $t^2$  по трубѣ К черезъ передаточный резервуаръ Л направляется въ резервуаръ А, то изъ одного, то изъ другого бака-смѣсителя. Въ то время, когда изъ перваго бака смѣсь вытекаетъ, во второмъ бакѣ происходитъ смѣшеніе воды съ реактивами и наоборотъ, чѣмъ и достигается непрерывное дѣйствіе аппарата.

Поступивъ въ резервуаръ А, смѣсь въ силу гидравлическаго давленія, поднимаясь вверхъ, проходитъ рядъ рѣшетчатыхъ реберъ  $g_1...$ , сплошныхъ коническихъ перегородокъ  $g_1...$  и фильтръ В, освобождается отъ выдѣляющихся осадковъ и въ очищенномъ видѣ выходитъ черезъ трубу С въ сборникъ для очищенной воды.

Объемъ резервуара А и его размѣры находятся въ зависимости отъ потребнаго количества очищенной воды, во избѣжаніе же переполненія, онъ снабженъ шаровымъ клапаномъ h, автоматически останавливающимъ его дѣйствіе.

Сплошныя коническія перегородки  $g_1...$  снабжены попеременно съ противоположныхъ сторонъ у стѣнокъ резервуара про-

рѣзами для прохода поднимающейся воды и расположены такъ, что жидкость должна описывать удлинённый зигзагообразный путь; для задержанія осадковъ и лучшей группировки ихъ коническія перегородки имѣютъ рѣшетчатая опускающіяся внизъ ребра  $g_2, \dots$ , діаметръ отверстій которыхъ, по мѣрѣ подъема жидкости, уменьшается. Выдѣляющіяся нерастворимыя соли и механическія примѣси воды отлагаются на сплошныхъ коническихъ перегородкахъ и черезъ конаксіальныя трубы  $3^1, 3^2, 3^3, 3^4$  и движку  $J$  падаютъ на дно резервуара (конусъ  $D$ ), откуда и удаляются черезъ вентиль  $E$  или въ подставленный ушатъ, или въ канализацію.

Благодаря постоянному выпаденію осадковъ, ихъ постепенному сползанію въ конусъ отстойника и медленному подъему жидкости, болѣе 99% нерастворимыхъ солей не доходятъ до фильтра  $B$ , къ которому подходитъ почти декантированная жидкость, а въ самомъ фильтрѣ происходитъ лишь окончательное освѣтленіе исправленной воды, почему фильтрующий матеріалъ долгое время не загрязняется и фильтръ не требуетъ частой чистки.

Баки-смѣсители №№ 1 и 2 могутъ быть различной формы и, въ зависимости отъ производительности водоочистителя, различнаго объема. Баки эти имѣютъ снаружи шкалы  $P_1$  и  $P_2$ , по которымъ двигаются стрѣлки  $Q_1$  и  $Q_2$ , показывающія количество содержащейся въ бакахъ воды; движеніе стрѣлокъ находится въ зависимости отъ поплавковъ  $o_1$  и  $o_2$ , соединенныхъ со стрѣлками при посредствѣ шнуровъ и блоковъ.

Заготовка реактивовъ производится или въ чанкахъ 3 и 4, или въ обыкновенныхъ ручныхъ сосудахъ, снабженныхъ крышкою; въ послѣднемъ случаѣ возможна заготовка нѣсколькихъ зарядовъ сразу: навѣски реактивовъ (извести и сода вмѣстѣ) сыпаются въ желѣзные ручные сосуды, обливаются водою и черезъ  $\frac{1}{4} - \frac{1}{2}$  часа готовы къ употребленію.

Передаточный резервуаръ  $L$  снабженъ шаровымъ клапаномъ  $V$ , регулирующимъ притокъ жидкости изъ баковъ-смѣсителей и поддерживающимъ въ резервуарѣ жидкость на одномъ уровнѣ.

Сборники для очищенной воды снабжены автоматическими затворами, открывающимися или закрывающимися отъ пониженія или повышенія уровня воды въ нихъ, при чемъ дѣйствіе этихъ затворовъ отражается на уровнѣ воды въ резервуарѣ  $A$ , слѣдствіемъ чего является автоматическая остановка или возобновленіе дѣйствія всего водоочистительнаго аппарата.



## Особенности и преимущества водоочистительного аппарата Ф. А. Тебенихина.

1) Реактивы прибавляются строго опредѣленными вѣсовыми количествами къ опредѣленнымъ же объемамъ воды и находятся въ строгомъ соотвѣтствіи съ химическимъ составомъ каждой данной воды.

2) Реактивы прибавляются къ массѣ жидкости и при энергичномъ размѣшиваніи, — что значительно ускоряетъ ходъ химическихъ реакцій и способствуетъ болѣе полному использованию реактивовъ, т. е. понижаетъ затраты на нихъ.

3) Сплошныя коническія перегородки раздѣляютъ отстойникъ на пять какъ бы отдѣльныхъ и лишь сообщающихся между собою сосудовъ, почему при непрерывномъ ходѣ аппарата нижніе — менѣе прореагированные слои жидкости не смѣшиваются съ верхними болѣе прореагированными слоями.

4) Выдѣляющіяся изъ смѣси нерастворимыя щелочно-земельныя соли отлагаются на сплошныхъ коническихъ перегородкахъ и черезъ конаксіальныя трубы непрерывно выходятъ изъ сферы взаимодѣйствія реагирующихъ веществъ, облегчая тѣмъ самымъ ходъ химическихъ реакцій и позволяя вести процессъ исправленія воды непрерывно, не останавливая ходъ аппарата для отстаиванія и спуска осадковъ.

5) Рядъ механическихъ препятствій въ видѣ продырявленныхъ реберъ и сплошныхъ коническихъ перегородокъ способствуетъ лучшей группировкѣ осадковъ (кристаллическихъ съ аморфными) и ихъ быстрому выпаденію изъ смѣси, при чемъ выдѣляющіяся на сплошныхъ конусахъ осадки не взмучиваются и не увлекаются поднимающейся струей воды, почему освѣтленіе жидкости идетъ весьма быстро и настолько полно, что къ фильтру исправленная вода подходитъ лишь съ легкой опализаціей.

6) Аппаратъ совершенно лишенъ сложныхъ механическихъ приспособленій, могущихъ нарушить разъ установленный ходъ его, почему дѣйствіе его постоянно и однообразно.

7) Уходъ за аппаратомъ крайне простъ и сводится къ своевременной прибавкѣ ранѣ заготовленныхъ реактивовъ къ каждому изъ вновь наполняемыхъ водою баковъ-смѣсителей (въ аппаратахъ очень большой производительности — черезъ часъ, а съ средней и малой — черезъ 2 — 3 часа) и къ наблюденію за порядкомъ функционированія ихъ, т. е. къ такой работѣ, которая по своей несложности можетъ быть поручена любому чернорабочему; въ громадномъ же большинствѣ случаевъ наблюденіе за аппаратомъ даже не требуетъ специальной затраты на рабочую силу, такъ какъ таковое безъ ущерба для дѣла можетъ производиться рабочимъ паровичнаго отдѣленія. Такимъ образомъ естественная, а не автоматическая подача реактивовъ, не только не осложнила наблюденія за процессомъ исправленія воды, но даже упростила его, такъ какъ и автоматически-дѣйствующіе водоочистители, какъ выяснено выше, не могутъ быть оставлены безъ наблюденія, при чемъ, въ виду ихъ конструктивной сложности, наблюденіе это можетъ быть поручено лишь лицу съ специальной технической подготовкой.

Благодаря всѣмъ вышеуказаннымъ особенностямъ водоочистителя, очищенная вода получается всегда однообразно-хорошаго качества, совершенно прозрачная, минимальной жесткости и щелочности, безъ малѣйшаго привкуса отъ реактивовъ, а такая вода вполне пригодна не только для техническихъ цѣлей, но и для питья и различныхъ хозяйственныхъ потребностей, что подтверждается работою водоочистительныхъ аппаратовъ различной производительности, установленныхъ для вышеуказанныхъ цѣлей въ различныхъ мѣстахъ и для различныхъ водъ, а также нижеприведенными цифровыми данными анализовъ этихъ водъ и официальными удостовѣреніями.





## Значеніе водоочистителей системы Ф. А. Тебени- хина въ экономическомъ отношеніи.

1) Минимальная жесткость исправленной воды гарантирует полное отсутствіе накипи на нагреваемыхъ поверхностяхъ, вслѣдствіе чего получается значительная экономія въ топливъ, нерѣдко достигающая 30—50%.

2) Устраняется чистка паровыхъ котловъ и вообще нагреваемыхъ поверхностей.

3) Отсутствіемъ накипи также обусловливается большая долговѣчность различныхъ нагреваемыхъ поверхностей и ихъ арматуры.

4) Дешевизна эксплуатаціи, ограничивающаяся въ большинствѣ случаевъ одной-двумя копейками на каждые 100 ведеръ воды.

5) Дешевизна оборудованія по сравненію съ другими способами, къ тому же, благодаря отсутствію сложныхъ механическихъ приспособленій, является возможность устраивать водоочистители любой производительности (отъ 5 ведеръ) и стоимостью отъ 100 руб.





## Данныя результатовъ установокъ водоочистителей системы Ф. А. Тебенихина.

*Въ г. Туль, Тулькій № 1 казенный винный складъ.*

**(Данныя Губернской Акцизной Лабораторіи).**

Въ 100000 частяхъ артезіанской воды содержится:

|                                             | Неисправленная.                  | Исправленная. |
|---------------------------------------------|----------------------------------|---------------|
| Плотнаго остатка . . . . .                  | 42,08                            | 17,6          |
| Извести (Ca O) . . . . .                    | 18,64                            | 1,6           |
| Магnezіи (Mg O) . . . . .                   | 2,48                             | 0,74          |
| Сѣрной кислоты (So <sub>3</sub> ) . . . . . | 1,85                             | 1,76          |
| Хлора . . . . .                             | 0,35                             | 0,35          |
| Жесткость въ нѣмец-<br>кихъ градусахъ       | общая . . . . .                  | 22,11         |
|                                             | постоянная . . . . .             | 2,9           |
|                                             | устраняемая . . . . .            | 19,21         |
| Температура воды . . . . .                  | 7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> С. | 11 С.         |

Кромѣ этого, въ Губернской Акцизной Лабораторіи со дня установки аппарата (съ 26 марта 1910 г.) очищенная вода по нѣсколько разъ въ день изслѣдуется на жесткость и щелочность; по 1-е іюня с. г. произведено болѣе 600 изслѣдованій, результаты ихъ слѣдующіе:

|                                                                                                    | Исправленная вода.               |                                   |                |                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------|-----------------|
|                                                                                                    | Не исправл.<br>вода.             | Среднее изъ всѣхъ<br>опредѣлений. | Ми-<br>нимумъ. | Мак-<br>симумъ. |
| Жесткость по мыльной<br>пробѣ въ нѣмецк. град.                                                     | 21,4                             | 2,7                               | 2,2            | 3,5             |
| Щелочность (количество<br>куб. с. <sup>1</sup> / <sub>10</sub> солян. кисл.<br>на 100 к. с. воды). | 7,6                              | 1,5                               | 1,0            | 1,8             |
| Температура воды . . . . .                                                                         | 7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> С. | 11 С.                             | —              | —               |

Исправленная вода въ названномъ складѣ употребляется для слѣдующихъ цѣлей: 1) для питанія паровыхъ котловъ, 2) для приготвленія вина, 3) для охлажденія спиртоваго двигателя и 4) для водогрѣйныхъ кубовъ (для питья).



**Водоочистители, установленные въ количествѣ 30 шт. въ разныхъ частяхъ гор. Тулы для техническихъ и хозяйственныхъ потребностей.**

**Водопроводная вода (Чулковскій источникъ).**

Въ 100000 частяхъ воды содержится:

|                                           | Неисправ-<br>ленная. | Исправленная.                   |            |
|-------------------------------------------|----------------------|---------------------------------|------------|
|                                           |                      | Для техническ.<br>потребностей. | Для питья. |
| Плотнаго остатка . . . . .                | 57,2                 | 38,9                            | 42,15      |
| Извести (Ca O) . . . . .                  | 20,1                 | 1,9                             | 4,6        |
| Магnezин (Mg O) . . . . .                 | 3,23                 | 0,68                            | 0,92       |
| Хлора . . . . .                           | 3,52                 | 3,5                             | 3,5        |
| Сѣрной кислоты (So <sub>3</sub> ) . . . . | 8,2                  | 7,8                             | 7,9        |
| Жесткость въ нѣмец. градус.               | 24,6                 | 2,85                            | 5,88       |

**Водопроводная вода (Рогожинскій источникъ).**

Въ 100000 частяхъ воды содержится:

|                                           | Неисправ-<br>ленная. | Исправленная.                   |            |
|-------------------------------------------|----------------------|---------------------------------|------------|
|                                           |                      | Для техническ.<br>потребностей. | Для питья. |
| Плотнаго остатка . . . . .                | 34,3                 | 17,9                            | 21,2       |
| Извести (Ca O) . . . . .                  | 14,1                 | 1,7                             | 4,54       |
| Магnezин (Mg O) . . . . .                 | 2,7                  | 0,68                            | 0,87       |
| Хлора . . . . .                           | 2,4                  | 2,35                            | 2,35       |
| Сѣрной кислоты (So <sub>3</sub> ) . . . . | 4,2                  | 4,0                             | 4,1        |
| Жесткость въ нѣмец. градус.               | 17,7                 | 2,65                            | 5,75       |

Варьируя количества прибавляемыхъ реактивовъ, можно получать исправленную воду желаемой жесткости, однако же не ниже 2 Н°, такъ какъ жесткость эта не устранима и является слѣдствіемъ растворимости среднихъ углекислыхъ кальціевыхъ и основныхъ магниевыхъ солей. Для техническихъ цѣлей нужна вода минимальной жесткости, для хозяйственныхъ же потребностей желательно имѣть воду съ содержаніемъ щелочно-земельныхъ солей въ 5—6 Н°.

**Въ гор. Епифани (Тульской губерніи).**

Винокуренный и ректификаціонный заводъ насл. Каменева.

|                                   |            | Неисправленная вода. | Исправленная. |
|-----------------------------------|------------|----------------------|---------------|
| Жесткость въ нѣ-<br>мецк. градус. | общая . .  | 27,2                 | 3,1           |
|                                   | постоян. . | 17,0                 | —             |
| Щелочность . . . . .              |            | 4,2                  | 1,5           |

### Питьевая вода (Федосовскій источникъ).

|                      |                 | Неисправленная.      | Исправленная. |
|----------------------|-----------------|----------------------|---------------|
| Жесткость въ {       | общая . . . . . | 15,5                 | 5,2           |
|                      | нѣмец. град. {  | постоянная . . . . . | 6,2           |
| Щелочность . . . . . |                 | 3,75                 | 1,1           |

### Опыты исправленія водъ въ аппаратахъ небольшой производительности.

#### Въ гор. Москвѣ

(согласно предписанія Главнаго Управленія неокладныхъ сборовъ и казенной продажи питей).

Артезіанская вода Московскаго № 1 казеннаго виннаго склада (данныя анализа въ граммахъ на 100000 частей воды Московской Центральной Химической Лабораторіи Министерства Финансовъ).

|                                             |                 | Неисправленная.       | Исправленная. |
|---------------------------------------------|-----------------|-----------------------|---------------|
| Плотнаго остатка . . . . .                  |                 | 44,96                 | 36,68         |
| Извести (Ca O) . . . . .                    |                 | 7,78                  | 1,82          |
| Магnezіи (Mg O) . . . . .                   |                 | 5,87                  | 0,72          |
| Окиси желѣза и алюминія . . . . .           |                 | 0,22                  | нѣтъ          |
| Кремнезема . . . . .                        |                 | 0,74                  | 0,66          |
| Сѣрной кислоты (So <sub>2</sub> ) . . . . . |                 | 13,37                 | 12,84         |
| Жесткость въ {                              | общая . . . . . | 16,1                  | 2,8           |
|                                             | нѣмецкихъ {     | постоянная . . . . .  | 7,7           |
|                                             | градусахъ {     | устраняемая . . . . . | 8,4           |
| Температура воды . . . . .                  |                 | 15 C                  | 15 C          |

#### Въ гор. Ярославль

(согласно предложенія Господина Управляющаго Акцизными сборами Ярославской губ.).

Артезіанская вода Ярославскаго № 1 казеннаго виннаго склада (данныя анализа Ярославской Губернской Акцизной Лабораторіи).

Въ 1 литрѣ воды содержится миллиграммъ:

|                            | Неисправленная. | Исправленная. |
|----------------------------|-----------------|---------------|
| Плотнаго остатка . . . . . | 406             | 236           |
| Извести (Ca O) . . . . .   | 147             | 17,1          |

|                                            |                       |       |     |
|--------------------------------------------|-----------------------|-------|-----|
| Магnezіи (Mg O). . . . .                   | 47,9                  | 7,09  |     |
| Хлора. . . . .                             | 38                    | 38    |     |
| Сѣрной кислоты (So <sub>3</sub> ). . . . . | 31,96                 | 30,66 |     |
| Жесткость въ {                             | общая . . . . .       | 21,4  | 2,7 |
| нѣмецкихъ {                                | постоянная . . . . .  | 5,93  |     |
| градусахъ {                                | устраняемая . . . . . | 15,47 |     |

### *Въ гор. Рыбинскѣ*

(согласно предложенія Господина Управляющаго Акцизными сборами Ярославской губ.).

Артезианская вода Рыбинскаго № 2 казеннаго виннаго склада (данныя анализа Ярославской Губернской Акцизной Лабораторіи).

Въ 1 литрѣ воды содержится миллиграммъ:

|                                            | Неисправленная.       | Исправленная. |      |
|--------------------------------------------|-----------------------|---------------|------|
| Плотнаго остатка . . . . .                 | 1964                  | 1934          |      |
| Извести (Ca O) . . . . .                   | 89                    | 16            |      |
| Магnezіи (Mg O) . . . . .                  | 58,32                 | 8,48          |      |
| Хлора . . . . .                            | 294                   | 288           |      |
| Сѣрной кислоты (So <sub>3</sub> ). . . . . | 702,4                 | 676,4         |      |
| Жесткость въ {                             |                       |               |      |
| нѣмецкихъ {                                | общая . . . . .       | 17            | 2,78 |
| градусахъ {                                | постоянная . . . . .  | 13,6          |      |
|                                            | устраняемая . . . . . | 3,4           |      |

### *Въ гор. Москвѣ*

Артезианская вода клеевареннаго завода Е. В. Берлинеръ

|                                |                       | Неисправленная. | Исправленная. |
|--------------------------------|-----------------------|-----------------|---------------|
| Жесткость въ {                 | общая . . . . .       | 39,2            | 3,2           |
| нѣмецкихъ {                    | постоянная . . . . .  | 20,1            |               |
| градусахъ {                    | устраняемая . . . . . | 19,1            |               |
| Щелочность въ нѣмец. градусахъ |                       | 23,5            | 5,3           |
| Температура воды . . . . .     |                       | 8° C.           | 9° C.         |

Въ виду того, что исправленная моимъ способомъ вода употребляется для питья и различныхъ хозяйственныхъ потребностей, то для санитарной оцѣнки качествъ ея въ Бактеріологической Лабораторіи Тульского Губернскаго Земства былъ произведенъ рядъ бактеріологическихъ изслѣдованій, давшихъ слѣдующіе результаты:

Бактеріологическая Станція Тульского Губернскаго Земства. № 623. Изслѣдованіе воды изъ водоочистительнаго аппарата системы г. Тебенихина за срокъ съ 10 октября по 16-е ноября 1909 года.

Бактеріологическое изслѣдованіе. Опредѣленіе (послѣдовательное) въ теченіе этого времени водопроводной воды, вливаемой въ аппаратъ (8 пробъ), дало въ среднемъ содержаніе *отъ 1000 до 2500 микробовъ* въ 1 куб. сантим. воды.

*Декантированная вода* (8 послѣдовательныхъ пробъ) въ среднемъ содержитъ **3 микроба** въ 1 куб. сант.

*Фильтрованная вода* (8 послѣдовательныхъ пробъ) въ среднемъ содержитъ **4 микроба** въ 1 куб. сант.

22-го ноября 1909 года.

Завѣдующій Бактеріологической Лабораторіей *Покшишевскій*.

Столь значительное освобожденіе исправленной воды отъ микроорганизмовъ, по моему мнѣнію, объясняется тѣмъ, что въ аппаратъ, помимо химическихъ, достигаются весьма хорошіе физическіе эффекты, а именно: смѣшеніе воды съ реактивами происходитъ въ большой массѣ и при энергичномъ размѣшиваніи, вслѣдствіе чего выдѣляющіяся изъ воды нерастворимыя кальціевыя и магниевыя соли группируются съ микроорганизмами и другими взвѣшанными органическими и минеральными примѣсями воды и, увлекаая ихъ своей массой, вмѣстѣ съ ними выпадаютъ изъ смѣси, рядъ механическихъ препятствій, которыя вода встрѣчаетъ въ отстойникѣ, въ значительной мѣрѣ также способствуетъ этой группировкѣ, высота же подъема жидкости и удлиненный зигзагообразный путь, который описываетъ вода въ резервуарѣ А съ постепенно уменьшающейся скоростью, способствуетъ освобожденію воды отъ всѣхъ ея механическихъ примѣсей, а все это создаетъ весьма благопріятныя условія для процесса коагуляціи.

Приведенныя данныя химическихъ и бактеріологическихъ изслѣдованій исправленныхъ моимъ способомъ водъ являются лучшимъ подтвержденіемъ правильности моихъ взглядовъ на дѣло очистки воды и возможности употребленія ея не только для промышленныхъ цѣлей, но и санитарно-гигіеническихъ.

Извѣстный гигиенистъ профессоръ Эрнсманъ, разбираая различные способы исправленія водъ, говоритъ: „трудность, а иногда и невозможность получить при помощи всѣхъ этихъ средствъ годную для питья воду, обусловливается главнымъ образомъ тѣмъ,

что вода, взамѣнъ удаляемыхъ изъ нея примѣсей, удерживаетъ болѣе или менѣе значительныя количества прибавляемыхъ для очистки ея веществъ или не совоѣмъ индифферентныхъ продуктовъ обмѣннаго разложенія, происходящаго между составными частями воды и прибавляемыми къ ней солями". Подобный взглядъ знаменитаго гигиениста является слѣдствіемъ тщательнаго изученія имъ существующихъ способовъ очистки воды, при которыхъ указанныя явленія всегда имѣютъ мѣсто, такъ напримѣръ: автоматическая прибавка извести и соды въ вышеописанныхъ непрерывно-дѣйствующихъ водоочистителяхъ всегда сопряжена съ возможностью переползанія этихъ реактивовъ въ исправленную воду; при употребленіи же другихъ реагентовъ, какъ-то сѣрноокислаго и хлорнаго желѣза, квасцовъ или сѣрноокислаго глинозема (Американскіе коагулянты), при происходящихъ обмѣнныхъ реакціяхъ, углекислыя соли замѣщаются хлористыми и сѣрноокислыми солями, послѣднія же, какъ извѣстно, значительно ухудшаютъ качество питьевыхъ водъ.

При моемъ способѣ исправленія водъ всѣ эти явленія не имѣютъ мѣста, вода, въ значительной степени освободившись отъ щелочно-земельныхъ солей, не удерживаетъ взамѣнъ ихъ никакихъ другихъ элементовъ ни при прямой, ни при обмѣнной реакціи, что, помимо приведенныхъ выше данныхъ химическихъ изслѣдованій исправленныхъ водъ, подтверждается прекраснымъ вкусовымъ качествомъ ихъ; самый же незначительный избытокъ того или другого реагента (извести или соды) придаетъ дурной привкусъ водѣ и инстинктъ человѣческій отвергаетъ такую воду.

### Сравнительныя данныя анализовъ исправленныхъ водъ различными способами.

Артезианская вода Тульского казеннаго виннаго склада.

Въ 100000 частяхъ воды содержится:

|                                                                                                                  | Неисправ.<br>вода.  | Исправ. спос.<br>Ф. А. Тебених. | Исправленная<br>цеолитами. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------|----------------------------|
| Плотнаго остатка. . . . .                                                                                        | 42,08               | 17,6                            | 45,4                       |
| Извести (Ca O). . . . .                                                                                          | 18,64               | 1,6                             | Слѣды.                     |
| Магнезій (Mg O) . . . . .                                                                                        | 2,48                | 0,74                            | 1,96                       |
| Жесткость въ }<br>нѣмец. град. }                                                                                 | общая . . . . 22,11 | 2,63                            | 2,74                       |
| Щелочность (количество куб. }<br>сен. $\frac{1}{10}$ N. HCl на 100 к. с. воды }<br>при индикаторѣ метилоранжѣ) } | 7,6                 | 1,5                             | 8,1                        |

Исправленіе воды цеолитами производилось лабораторнымъ путемъ, пропусканіемъ воды черезъ цеолитовый фильтръ толщиной въ 50 ст., при скорости фильтраціи, не превышающей 2000 м.м. въ часъ, количество цеолитоваго песка бралось согласно формулы, приведенной въ брошюрѣ представителя д-ра Ганса въ Россіи.

Умягчающая способность цеолитоваго песка равна была всего только 50%. Увеличеніе плотнаго остатка произошло частью за счетъ замѣщенія кальція и магнія натріемъ ( $\text{Ca}:2\text{Na}=40:46$ ,  $\text{Mg}:2\text{Na}=24:46$ ), частью за счетъ распада самого препарата, послѣднее подтверждается также повышенной щелочностью исправленной воды.

Копія.

## Оффиціальныя удостовѣренія.

### А к т ъ.

1910 года марта 26 дня, комиссией въ составѣ: Старшаго Ревизора Тульского Акцизнаго Управленія инженера-технолога г. Сиверцева, Надзирателя 2-го Акцизнаго Округа г. Любомудрова, Помощника Надзирателя 2-го Тульского Акцизнаго Округа г. Федорова, завѣдующаго лабораторіей при складѣ г. Леонова и завѣдующаго Тульскимъ № 1 казеннымъ виннымъ складомъ г. Эйтминовича, въ присутствіи изобрѣтателя Акцизнаго Контролера г. Тебенихина и довѣреннаго владѣльцы котельно-механическаго заведенія К. И. Блейве, Александра Готлибовича Блейве, произведенъ осмотръ и испытаніе въ дѣйствиіи водоочистительнаго аппарата системы Контролера г. Тебенихина, установленнаго г. Блейве въ Тульскомъ казенномъ винномъ складѣ, при чемъ оказалось: 1) аппаратъ, изготовленный г. Блейве подъ личнымъ наблюденіемъ Контролера г. Тебенихина, сдѣланъ изъ доброкачественнаго матеріала и установленъ во всемъ согласно чертежамъ за №№ 1, 2, 3 и 4; 2) при испытаніи на аппаратъ была пущена артезианская сырая вода съ общей жесткостью 21,4 нѣмецк. градусовъ, щелочностью 7,6 к. с.  $\frac{1}{10}$  N. HCl на 100 к. с. воды, при  $t\ 7\frac{1}{2}^{\circ}$  Ц., а съ аппарата въ количествѣ до 780 ведеръ въ часъ поступала въ сборный чанъ для приготовленія сортировокъ уже имѣющей жесткость только 3,5 нѣмецк. градусовъ и щелочность 1,6 к. с.  $\frac{1}{10}$  N. HCl на 100 к. с. воды при  $t\ 11\frac{1}{2}^{\circ}$ , при этомъ въ исправленной водѣ не замѣчалось ни мутн, ни какихъ-либо привкусовъ; вода была нормальна на вкусъ и совершенно прозрачна; даже

съ отстойника водоочистителя г. Тебенихина исправленная въ чанахъ-смѣсителяхъ вода поступала на фильтръ уже только съ легкой опализаціей. Такимъ образомъ, дѣйствіе аппарата г. Тебенихина комиссія признала вполне исправнымъ, а исполненіе устройства аппарата котельно-механическимъ заведеніемъ Блейве вполне согласнымъ съ договоромъ отъ 23 сентября 1909 г., заключеннымъ съ г. Блейве г. Управляющимъ Акцизными сборами Тульской губерніи, а потому нашла возможнымъ принять въ казну устроенный фирмой Блейве водоочиститель системы Контролера г. Тебенихина. Согласно поданнаго г. Тебенихинымъ письменнаго заявленія отъ 26 марта 1910 г., стоимость исправленія воды на его аппаратъ составить 1,2 коп. на сто ведеръ. Исправленная въ аппаратъ г. Тебенихина вода употребляется для двоякихъ цѣлей, какъ для приготовленія сортировокъ, такъ равно для питанія паровыхъ котловъ.

Такимъ образомъ, вопросъ о снабженіи Тульского склада мягкой исправленной водой разрѣшается вполне удовлетворительно, при чемъ уходъ за аппаратомъ вовсе не сложенъ и требуетъ затраты одного человѣка въ рабочій день, который въ то же время наблюдаетъ за нагрѣвомъ моечныхъ баковъ и вообще за водоснабженіемъ склада.

О вышеизложенномъ составленъ настоящій актъ въ 3-хъ экземплярахъ, изъ которыхъ одинъ экземпляръ получили Ревизоръ г. Сиверцевъ, для представленія въ Губернское Акцизное Управление, второй полученъ Надзирателемъ 2-го Округа г. Любомудровымъ, а третій приобщенъ къ дѣламъ Тульского казеннаго виннаго склада.

Подлинный за надлежащими подписями.

Копія.

## **А К Т Ъ.**

1910 г. мая 20 дня, комиссія въ составѣ: Старшаго Помощника Надзирателя 2-го Округа Федорова, Завѣдующаго Лабораторіей Леонова, Контролера Фишера и завѣдующаго Тульскимъ № 1 казеннымъ виннымъ складомъ Эйтминовичъ, въ присутствіи командированнаго Московской Центральной Химической Лабораторіей для изслѣдованія получаемой изъ водоочистителя системы Тебенихина воды лаборанта В. А. Аедоницкаго и изобрѣтателя аппарата Контролера Тебенихина, произвела изслѣдованіе результатовъ, полученныхъ въ Тульскомъ складѣ послѣ установки названнаго водоочистителя и нашла:

1) Съ химической стороны — вода, получаемая изъ артезианскаго колодца при  $t^{\circ} 7,5^{\circ} \text{C.}$  съ первоначальной жесткостью по мыльной пробѣ 21,4 нѣмецк. градуса и щелочностью 7,6 куб. сант. децинормальной соляной кислоты на 100 к. с. воды, выходитъ изъ аппарата послѣ обработки ея на холоду реактивами (известью и содой) съ  $t^{\circ} 11^{\circ} \text{C.}$  совершенно чистой, безъ малѣйшей мути, съ средней жесткостью 2,7 нѣмецк. град. и щелочностью 1,6 к. с. децинормальной соляной кислоты на 100 к. с. воды, колебавшимися за время съ 26 марта по 20 мая сего года въ предѣлахъ — жесткости 2,4—3,5 нѣмецк. град. и щелочности 1,5—1,8 к. с. децинорм. солян. кисл. на 100 к. с. воды.

Пробы исправленной воды, взятая Лаборантомъ Аедоницкимъ утромъ 20 мая и въ присутствіи комиссіи въ 12 час. дня того же 20 мая, дали при изслѣдованіи жесткость 2,5 нѣм. град. и щелочность 1,5 к. с. децинорм. сол. кисл. на 100 к. с. воды. Пробы воды, взятая изъ отстойника аппарата до поступленія очищенной воды на фильтръ, не содержатъ замѣтнаго осадка, а даютъ лишь легкую опализацію, свидѣтельствующую о полной декантациі жидкости.

Незначительныя колебанія, какъ въ жесткости, такъ и въ щелочности воды между максимумомъ и минимумомъ за вышеуказанный срокъ, даютъ полную картину правильности метода очистки и регулярности хода аппарата.

2) Съ технической стороны — аппаратъ, дѣйствуя непрерывно, даетъ въ часъ около 800 ведеръ воды съ вышеуказанными химическими свойствами, при чемъ выдѣляющіеся въ отстойникѣ осадки сползаютъ по трубамъ въ конусъ отстойника, откуда удаляются черезъ нижній вентиль два раза въ день безъ остановки хода аппарата въ особый чанокъ. Очень совершенная декантациа въ отстойникѣ обусловливаетъ весьма малую засоряемость фильтра, при чемъ очень незначительная часть осадковъ при фильтраціи отлагается на верхнемъ сукнѣ, легко снимаемомъ для промывки. Фильтръ и въ настоящее время, послѣ 54-хъ дневной работы, настолько чистъ, что не требуетъ чистки и замѣтно не сократилъ пропускной способности аппарата.

Исправленная вода употребляется, какъ для разсиропки спирта, такъ и для питанія паровыхъ котловъ, при чемъ въ сортировочныхъ чанахъ и фильтрахъ не замѣчается загрязненія осадками солей воды, а на трубахъ паровыхъ котловъ — слоевъ какой-либо накипи. Паровой котель послѣ очистки работалъ исправленной водой въ теченіе  $1\frac{1}{2}$  мѣсяцевъ и въ немъ не



только не образовалось новой накипи, но даже оставшіеся куски не отодранной старой накипи размягчались и отвалились.

По наблюденьямъ, до употребленія очищенной воды, испарительная способность угля выражалась 5,12 пуда воды на 1 пудъ каменнаго угля, а при употребленіи воды изъ водоочистителя Тебеннихина испарительная способность того же угля поднялась до 5,8 пуда воды, т.-е. свыше чѣмъ на 13% \*). Котель же не требовалъ чистки, а лишь только періодической продувки.

и 3) Съ хозяйственной стороны — аппаратъ не требуетъ сложнаго ухода за собой и обслуживается однимъ человѣкомъ, который въ то же время наблюдаетъ за подогреваніемъ воды въ чанахъ для мойки посуды.

Расходъ реактивовъ выражается въ 1,2 коп. на 100 вед. воды.

Благодаря чистотѣ и незначительной жесткости получаемой съ аппарата воды, — сортировочные, напорные винные чаны и фильтры специальной чистки не требовали.

Удаленіе густой массы осадковъ изъ чанка - отстойника, установленнаго подъ конусомъ водоочистителя, требовало ничтожной затраты рабочей силы, а отстойныя воды, спускаемая въ канализацію, не засоряли ея.

При употребленіи для сортировокъ химически очищенной воды холоднымъ способомъ получилась экономія въ топливѣ противъ расхода топлива при кипяченіи воды на 48,69 коп. на каждые 100 ведеръ воды, или въ рабочій день на 2000 ведеръ — 9 руб. 74 коп. экономіи въ день, кромѣ 13% экономіи топлива по испаряемости воды въ паровыхъ котлахъ.

Къ акту этому прилагаются пробы исправленной воды.

Актъ сей составленъ въ трехъ экземплярахъ.

Подлинный за надлежащими подписями.

---

\*) Согласно испытаній, произведенныхъ по способу профес. Деппа 25, 26, 27 августа и 1, 2, 3 сентября сего года, испарительная способность того же каменнаго угля поднялась свыше чѣмъ на 30%. Столь значительная разниця въ двухъ испытаніяхъ является слѣдствіемъ того, что при опытахъ 20 мая паровые котлы не были еще свободны отъ накипи, т. к. одной механической очисткой, при малыхъ діаметрахъ водогрѣйныхъ трубъ, не удавалось освободить паровики отъ плотно приставшихъ и твердыхъ отложеній щелочно-земельныхъ солей воды, которыя лишь благодаря продолжительному употребленію исправленной воды постепенно размягчались и отваливались, освобождая тѣмъ самымъ нагреваемая поверхность отъ накипи. Подписали: завѣдующій лабораторіей Н. Леоновъ и машинистъ Нечаевъ.

## Удостовереніе.

Настоящимъ удостовѣряю, что установленный въ старой Тульской аптекѣ Ф. Бѣлявскаго водоочиститель системы Ф. А. Тебенихина далъ за время съ 2 февраля 1910 г. по 1 іюня сего 1911 года слѣдующіе результаты:

1) Первоначальная жесткость водопроводной воды въ 23 нѣмец. градуса, пройдя черезъ аппаратъ, понижается до 3 — 4 нѣмец. градусовъ, при максимальной щелочности 1,5 куб. сант. децинормальной соляной кислоты на 100 куб. с. воды.

2) Исправленіе воды въ аппаратъ Ф. А. Тебенихина происходитъ на холоду, при посредствѣ реактивовъ извести и соды, согласно расчета и метода, выработаннаго самимъ изобрѣтателемъ.

3) Исправленная вода употребляется, какъ для питанія парового куба, такъ и для домашнихъ — хозяйственныхъ потребностей, при чемъ въ паровикѣ, при его ежедневной работѣ, до сихъ поръ не образовалось ни малѣйшей накипи, тогда какъ до установки водоочистителя требовалась ежемѣсячная чистка паровика.

4) Исправленная въ аппаратъ Ф. А. Тебенихина вода совершенно нормальна на вкусъ, не имѣетъ ни малѣйшаго привкуса отъ реактивовъ и весьма охотно употребляется, какъ всей моею семьей, такъ и служащими въ пищу, въ питье, для чая и другихъ хозяйственныхъ потребностей.

5) Аппаратъ не требуетъ за собою ухода, и все дѣло ограничивается прибавкою не болѣе двухъ разъ въ день реактивовъ въ наполненный водою чанъ-смѣситель, на что требуется затратить не болѣе 10 минутъ времени.

6) Аппаратъ за все время дѣйствуетъ исправно, качество воды также весьма постоянно, выдѣляющіяся нерастворимыя соли щелочно-земельныхъ металловъ легко удаляются какъ изъ чана-смѣсителя, такъ и изъ фильтра-отстойника; фильтръ же, благодаря полной декантациі жидкости, весьма мало засоряется.

7) Исправленной воды изъ аппарата получается до 100 ведеръ въ день, при чемъ стоимость исправленія всей этой воды не превышаетъ двухъ копѣекъ.

8) При употребленіи исправленной воды для всѣхъ вышеуказанныхъ цѣлей получается значительная экономія въ топливѣ, мылѣ и чаѣ. Подлинное подписалъ: управляющій аптекою магистръ фармаціи Ф. Адерманъ.

**А К Т Ъ.**

1911 года марта 16 дня, вслѣдствіе предписанія г. Управляющаго Акцизными Сборами Тульской губерніи отъ 28 февраля с. г. за № 4079, во исполненіе предписанія Главнаго Управленія Н. С. и к. п. питей отъ 21 февраля с. г. за № 1294, комиссія въ составѣ: Старшаго Ревизора г. Волгина, Окружнаго Надзирателя г. Любомудрова, Помощника Надзирателя г. Федорова, завѣдующаго лабораторіей г. Леонова, Контролера г. Фишера, завѣдующаго Тульскимъ № 1 казеннымъ виннымъ складомъ г. Эйтминовичъ и машиниста г. Нечаева, производила 3, 8 и 15 марта с. г. осмотръ паровыхъ котловъ Тульскаго казеннаго виннаго склада съ цѣлью выясненія вліянія исправленной воды изъ водоочистительнаго аппарата системы Акцизнаго Контролера г. Тебенихина, установленнаго въ складѣ 26 марта 1910 г., на металл и арматуру котловъ, при чемъ оказалось:

1) Въ трехъ паровыхъ котлахъ за №№ 2, 3 и 4, непосредственно послѣ вскрытія ихъ безъ предварительной продувки, водогрѣйныя трубы находятся въ слѣдующемъ состояніи: а) старая накипь, образовавшаяся въ трубахъ до установки водоочистительнаго аппарата въ видѣ плотной толстоѣ корки толщиной отъ 2 до 5 мм., не поддававшейся ранѣе механической очисткѣ, отъ вліянія исправленной воды размягчается и отваливается, новыхъ же отложеній накипи не обнаружено, б) на новыхъ трубахъ, включенныхъ въ котлы въ іюлѣ мѣсяцѣ 1910 г. и 14 февраля 1911 г., а слѣдовательно, бывшихъ въ работѣ лишь при употребленіи исправленной воды, имѣется ничтожный рыхлый налетъ, легко удаляемый при протиркѣ тряпкой, накипи же на этихъ трубахъ совершенно не имѣется, в) на внутреннихъ поверхностяхъ водогрѣйныхъ трубъ какихъ-либо раковинъ, трещинъ, изъязвленій, изъѣдинъ, могущихъ указывать на разрушительное дѣйствіе исправленной воды на металл, не замѣчено.

2) Арматура котловъ находится въ слѣдующемъ состояніи: а) водогрѣйныя стекла, по прошествіи 2 — 3-хъ мѣсячной работы, на внутренней поверхности своей не имѣютъ ни раковинъ, ни поперечныхъ, ни продольныхъ бороздокъ, а имѣютъ лишь обычную легкую опализацію, совершенно не препятствующую наблюденіямъ за уровнемъ воды въ котлахъ, при чемъ расходъ на эти стекла при употребленіи исправленной воды изъ аппарата Тебенихина даже понизился въ сравненіи съ предшествующими го-

дами, т.-е до употребленія исправленной воды, какъ то видно изъ нижеслѣдующихъ цифръ, извлеченныхъ изъ матеріальныхъ книгъ склада: за 1905 годъ 40 штукъ, за 1906 г. 72 шт., за 1907 г. 45 шт., за 1908 г. 31 шт., за 1909 г. 38 шт. и за 1910 г. 24 шт., б) паровые вентили, паровые и водяные краны также находятся въ исправномъ видѣ и ни разу не замѣнялись за все время дѣйствія водоочистительнаго аппарата.

Попутно съ вышеописанными наблюденіями надъ дѣйствіемъ очищенной воды на металлъ котловъ и ихъ арматуру Комиссія произвела изслѣдованіе качества воды, взятой непосредственно изъ названныхъ паровыхъ котловъ, и результаты получились слѣдующіе: вода имѣетъ жесткость 1,4 Н° (нѣмецк. градусовъ) и щелочность 0,9 куб. сант. децинорм. солян. кисл. на 100 куб. сант. воды. Изъ приведенныхъ данныхъ анализа видно, что котельная вода, при весьма незначительной жесткости, имѣетъ столь ничтожную щелочность (около 0,005%), что исключаетъ возможность вреднаго вліянія ея на металлъ и арматуру котловъ (по даннымъ профес. Денпа предѣлъ допустимости для щелочности составляетъ 0,6—1%).

На основаніи всего вышеизложеннаго комиссія приходитъ къ заключенію, что съ установкою водоочистительнаго аппарата системы Акцизнаго Контролера Тебенихина въ паровое хозяйство Тульского казеннаго виннаго № 1 склада внесены существенныя улучшенія, какъ въ техническомъ, такъ и въ экономическомъ отношеніи, а именно: паропроизводительность котловъ значительно увеличилась, расходъ на очистку котловъ совершенно не имѣетъ мѣста и всѣ части паровыхъ котловъ хорошо сохраняются.

Къ сему акту прилагаются свѣдѣнія Губернской Химической Лабораторіи о жесткости и щелочности исправленной воды, питающей паровые котлы Тульского казеннаго № 1 виннаго склада.

Актъ сей составленъ въ 3-хъ экземплярахъ. Подлинный за надлежащими подписями.

**Ф. Тебенихинъ.**