

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

ОЧИСТКА ВОДЪ

ПОМОЩЬЮ АППАРАТА

===== СИСТЕМЫ =====

Ф. А. ТЕБЕНИХИНА.

— □ □ —

(Привилегія № 17124).

Изданіе 2-е.



ТУЛА.

ТИПОГРАФІЯ Е. И. ДРУЖИНИНОЙ, КІЕВСКАЯ УЛИЦА, ДОМЪ № 18.

1914.



Свойства естественныхъ водъ.

Совершенно чистая вода, не содержащая никакихъ примѣсей и соответствующая 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 умѣренное 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 необходимою принадлежностью каждого завода или фабрики.

При кипяченіи воды въ паровикахъ, отъ вліянія различныхъ факторовъ (повышенной температуры, испаренія, концентраціи и давленія), примѣси ея претерпѣваютъ различныя измѣненія, при чемъ однѣ 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, уголекислота, 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: двууголекислыя 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, содержащаяся 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° С. видоизмѣняется, переходить въ нерастворимое состояніе ($2 \text{ Ca SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$) и, выдѣляясь 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 $\frac{1}{37}$ 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 $30-50\%$. Кроме 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 человеческого жилья (рѣчныя и почвенныя) 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 раціональныхъ 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 сѣрноокислыя и хлористыя соли натрія, вслѣдствіе чего жесткія воды дѣлаются мягкими. Но указанная реакція, какъ и

всякая химическая, можетъ 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 загрязнения) и 2) концентрація реактивныхъ растворовъ, особенно известковаго, колеблется въ довольно широкихъ предѣлахъ. (Непрерывное полученіе вполнѣ 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 слабѣе 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 поднимающей 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 непронизводительной затратѣ 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 щелочный привкусъ, нерѣдко содержитъ ѣдкій натръ (продуктъ взаимодѣйствія реактивовъ), почему совершенно не пригодна для санитарно-гигіеническихъ цѣлей; употребляемая же исключительно для техническихъ надобностей и преимущественно для питанія паровыхъ котловъ, она приноситъ лишь частичную пользу, такъ какъ совершенно не избавляетъ нагрѣваемые поверхности отъ накипи, а при небрежномъ уходѣ за аппаратомъ—можетъ даже служить причиной разѣданія 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 тормазомъ 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. Делпъ, 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, говоритъ: „*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 самага 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 самага процесса исправленія воды, я позволю 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:

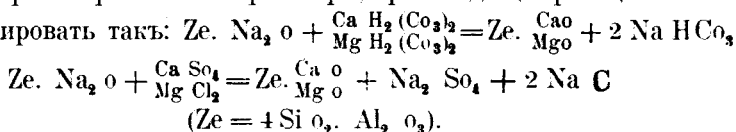
1) Искусственные цеолиты (извѣстные въ продажѣ подъ названіемъ Пермутита и цеолитоваго песка) не являются стойкимъ неразлагающимся препаратомъ и, кромѣ способности входить въ обмѣнные реакціи съ щелочно-земельными металлами воды, также выщелачиваются проходящей черезъ нихъ водою, въ особенности въ присутствіи 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 дѣлкомъ и уносится проходящей черезъ цеолитовый фильтръ водою. Очевидно, что окись натрія, вступившая не въ обмѣнные реакціи, 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 наступитъ 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 обусловливается 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 обусловливаютъ неравномѣрное порывистое кипѣніе жидкости съ обильнымъ отдѣленіемъ пѣны. (Въ техникѣ 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 ясною).

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. По этому 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:



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. возстановляетъ ихъ, что можно было бы иллюстрировать такъ:
$$\text{Ze.} \begin{matrix} \text{Ca} & 0 \\ \text{Mg} & 0 \end{matrix} + 2 \text{Na Cl} = \text{Ze.} \begin{matrix} \text{Na}_2 & 0 \\ & \end{matrix} + \begin{matrix} \text{Ca} & \text{Cl}_2 \\ \text{Mg} & \text{Cl}_2 \end{matrix}$$
 ($\text{Ze} = 4 \text{ Si O}_2 \cdot \text{Al}_2 \text{ O}_3$).

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, неизбежно 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 формулѣ, 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 предположенной въ формулѣ, почему для исправленія 100 куб. метровъ воды при указанныхъ усло-

віяхъ требуется около 220 пудовъ на сумму приблизительно до 5060 рублей. Крімъ этого, расходы по приобрѣтенію цеолитоваго песка не ограничиваются одной первоначальной затратой, а каждый годъ приходится пополнять неизбежную его утрату, происходящую частью вслѣдствіе механическаго распада его и частью вслѣдствіе упомянутаго выше выщелачиванія полезной окиси натрія цеолитоваго песка очищаемой водою, 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 приобрѣтенію цеолитоваго песка, превышаетъ стоимость оборудованія водоочистительныхъ аппаратовъ другихъ системъ при одинаковой производительности.

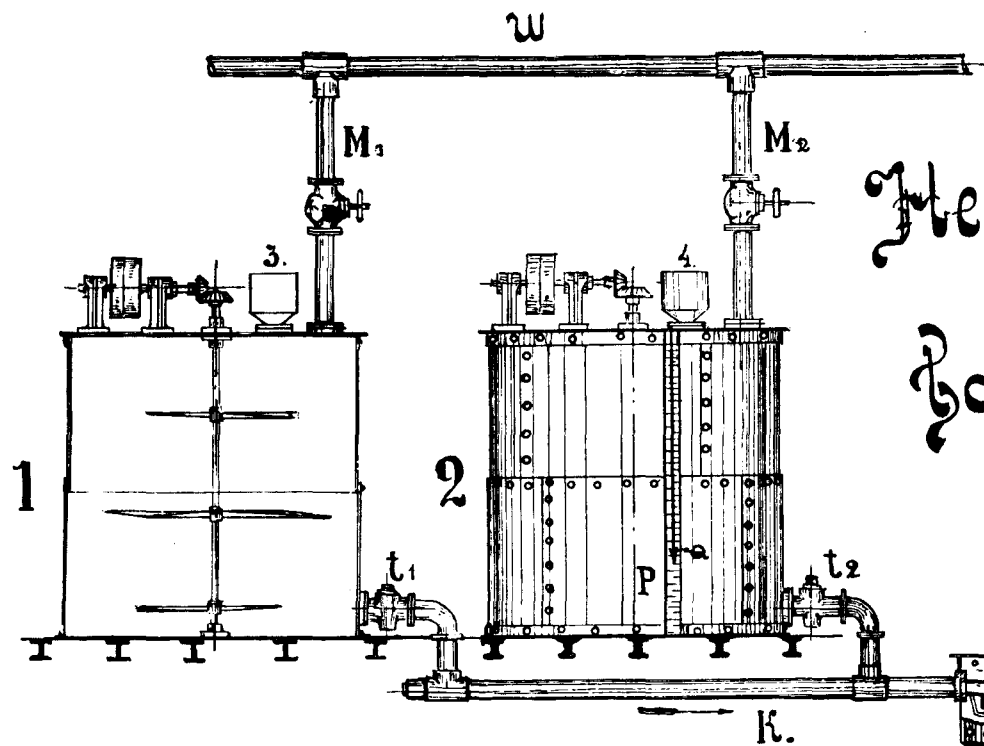
На основаніи всего вышензложеннаго для большинства водъ единственно вѣрнымъ и экономичнымъ способомъ исправленія, по моему мнѣнію, все же необходимо признать способъ холодной очистки при посредствѣ извести и соды, но при условіи точнаго выполненія основныхъ принциповъ веденія самого процесса, каковой 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 нагрѣвать 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 ея 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 служить 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, опытномъ опредѣленіи нужнаго количества реагентовъ (извести 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.

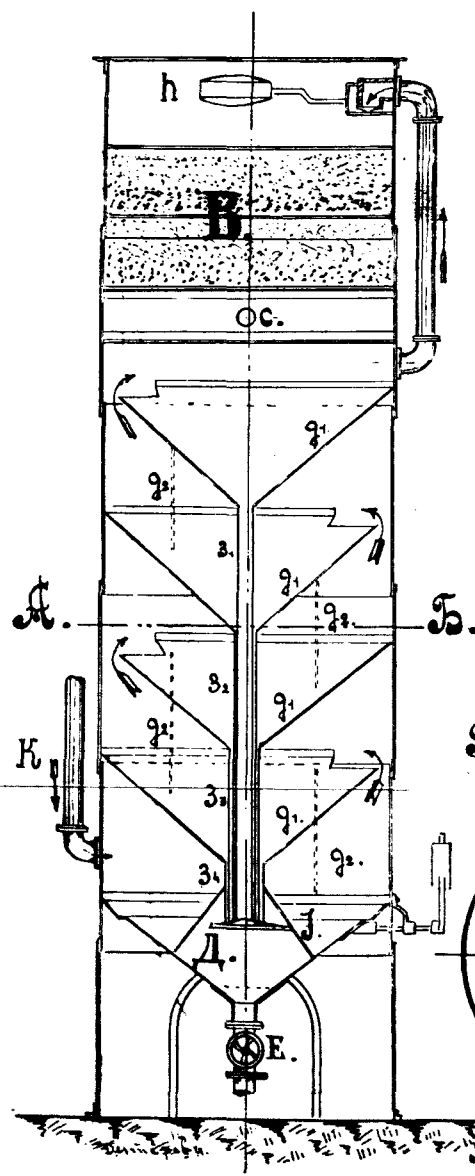
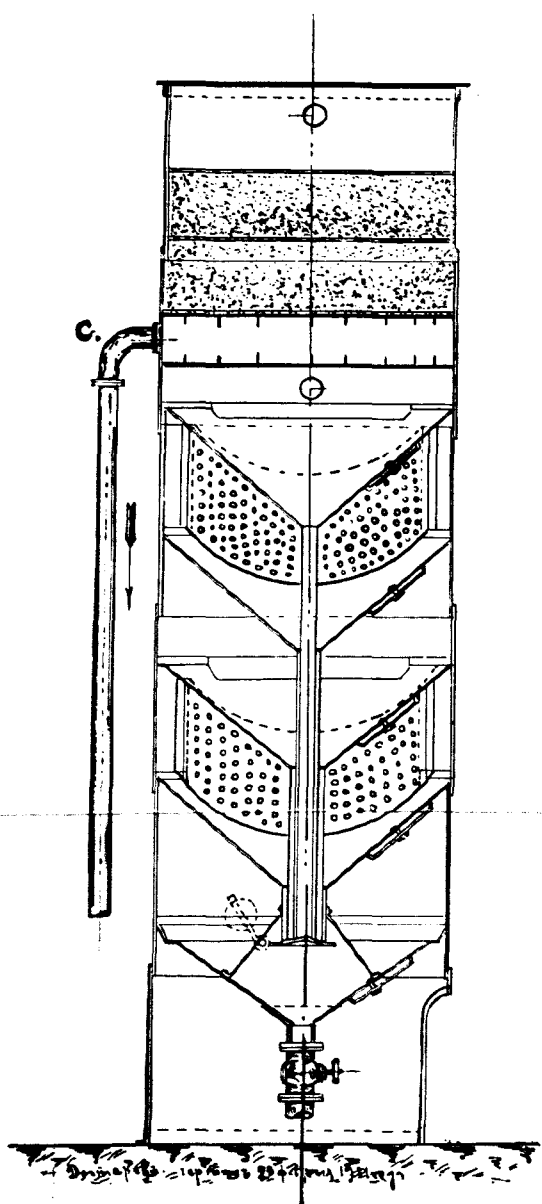




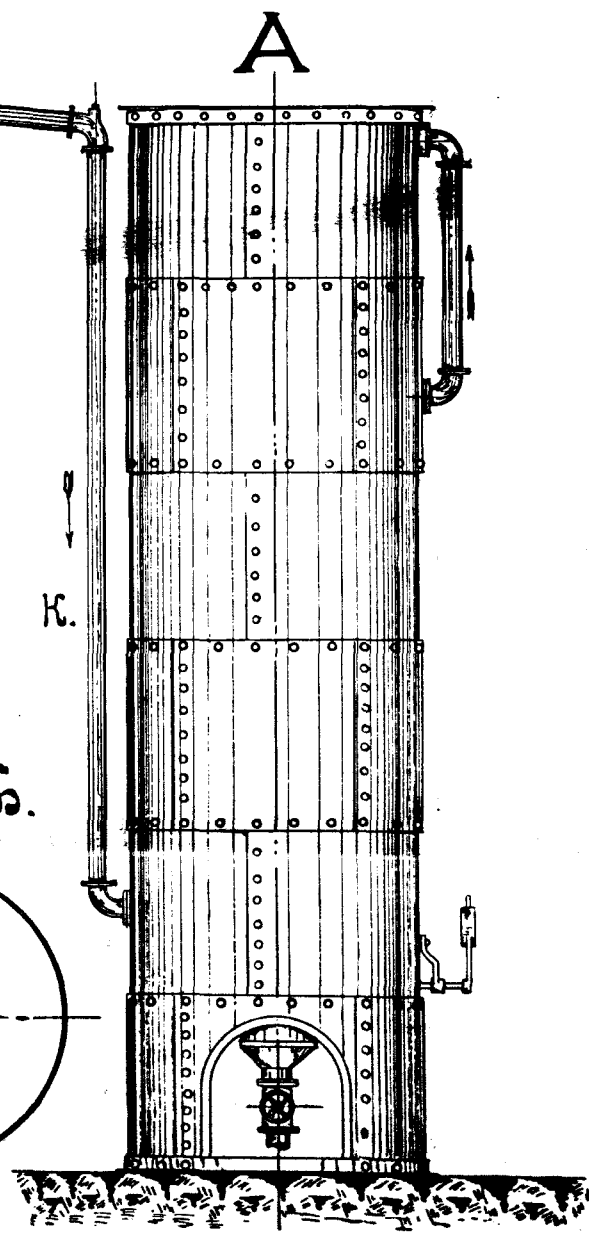
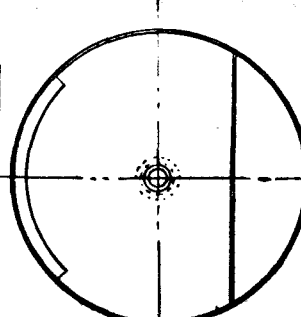
ឧបករណ៍បំប្លែងថាមពល

ប្រភេទម៉ាស៊ីនបំប្លែង

សម្រាប់ ព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជា



ផ្ទៃក្រឡា ១០ ម៉ែត្រ





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 магистралы 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 K 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-

рѣзками для прохода поднимающейся воды и расположены такъ, что жидкость должна описывать удлинённый зигзагообразный путь; для задержанія осадковъ и лучшей группировки ихъ коническія перегородки имѣютъ рѣшетчатые опускающіяся внизъ ребра $g_1, \dots$, 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 задвижку 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 фильтрующій 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, различного 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 (известъ и сода вмѣстѣ) сыплются 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 водоочистительнаго 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 отстанавлія 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 поднимающеюся 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 приспособлений, могущихъ нарушить разъ установленный ходъ его, почему дѣйствіе его постоянно и однообразно.

7) Уходъ за аппаратомъ крайне простъ и сводится къ своевременной прибавкѣ ранѣе 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 функціонированія 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-дѣйствующие 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 спеціальной 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 копѣйками на каждыя 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, Тульскій № 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	
Магнeзiи (Mg O)	2,48	0,74	
Сѣрной кислоты (SO ₂).	1,85	1,76	
Хлора	0,35	0,35	
Жесткость въ нѣмец- кихъ градусахъ {	общая	22,11	2,63
	постоянная	2,9	—
	устраняемая	19,21	—
Температура воды	71½ C.	10 C.	

Кромѣ этого, въ Губернской Акцизной Лабораторіи со дня установки аппарата (съ 26 марта 1910 года) очищенная вода ежедневно изслѣдуется на жесткость и щелочность; по 1-е января 1914 г. произведено болѣе 800 изслѣдованій, результаты ихъ слѣдующіе:

	Исправленная вода.			
	Неисправ. вода.	Среднее изъ всѣхъ опредѣленій.	Ми- нимумъ.	Мак- симумъ.
Жесткость по мыльной пробѣ въ нѣмецк. град.	22,1	2,7	2,2	3,5
Щелочность (количество куб. с. 1/10 N солян. кисл. на 100 к. с. воды).	7,6	1,5	1,0	1,8
Температура воды	7½ С.	10 С.	—	—

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

Водоочистители, установленные въ количествѣ 50 шт. въ разныхъ частяхъ гор. Тулы для техническихъ и хозяйственныхъ потребностей.

Водопроводная вода (Чулковскій источникъ).

Въ 100000 частяхъ воды содержится:

	Неисправ- ленная.	Исправленная.	
		Для техническ. потребностей.	Для питья.
Плотнаго остатка.	57,2	38,9	42,15
Извести (Ca O)	20,1	1,9	4,6
Магnezin (Mg O)	3,23	0,68	0,92
Хлора	3,52	3,5	3,5
Сѣрной кислоты (SO ₃)	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- ленная.	Исправленная.	
		Для техническ. потребностей.	Для питья.
Плотнаго остатка.	34,3	17,9	21,2
Извести (Ca O)	14,1	1,7	4,54
Магnezin (Mg O)	2,7	0,68	0,87
Хлора	2,4	2,35	2,35
Сѣрной кислоты (SO ₃)	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 1—2 Н°, такъ какъ жесткость эта не устранима и является слѣдствіемъ растворимости среднихъ углекислыхъ кальціевыхъ и основныхъ магнезевыхъ солей. Для техническихъ цѣлей нужна вода минимальной жесткости, для хозяйственныхъ же потребностей желательно имѣть воду съ умѣреннымъ 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- мецк. градус. {	общая	28,2	3,2
	постоянн.	18,5	—
Щелочность		4,2	1,5

Въ г. Бѣлевѣ (Тульской губ.).

Въ казенномъ винномъ складѣ.

(Данныя Тульской Губернской Акцизной Лабораторіи).

Въ 100000 частяхъ воды содержится:

	Неисправленная.	Исправленная.
Плотнаго остатка (+ 130° C)	40,62	20,64
Извести (CaO)	15,08	1,81
Магnezіи (MgO)	4,64	0,45
Окиси желѣза и алюминія	0,24	нѣтъ
Кремнезема (SiO ₂)	1,22	0,96
Хлора (Cl)	1,20	1,22
Сѣрной кислоты (SO ₃)	4,34	4,30
Азотной кислоты	4,6	4,6
Азотистой кислоты	нѣтъ	нѣтъ
Жесткость { общая	21,32	2,24
въ нѣмецкихъ { постоянная	7,7	—
градусахъ. { устранимая	13,62	—
Щелочность	6,1	1,6

Исправленная вода употребляется для питанія паровыхъ котловъ и для приготовленія вина.

Въ г. Ефремовѣ (Тульской губ.).

Въ казенномъ винномъ складѣ.

(Данныя Тульской Губернской Акцизной Лабораторіи).

Въ 100000 частяхъ воды содержится:

	Неисправленная.	Исправленная.
Плотнаго остатка (+ 130° C)	43,04	26,42
Извести (CaO)	13,56	1,12
Магnezіи (MgO)	4,53	0,95
Окиси желѣза и алюминія	0,13	нѣтъ
Кремнезема (SiO ₂)	1,14	1,02
Хлора (Cl)	2,32	2,32
Сѣрной кислоты (SO ₃)	1,5	1,48
Азотной кислоты	6,5	6,5
Азотистой кислоты	нѣтъ	нѣтъ
Жесткость { общая	19,96	2,45
въ нѣмецкихъ { постоянная	8,2	—
градусахъ. { устранимая	11,76	—
Щелочность	5,3	1,5

Исправленная вода употребляется для питанія паровыхъ котловъ и для приготовленія вина.

Въ гор. Москвѣ.

На клеевомъ заводѣ О-ва Костеожигательныхъ Заводовъ.

(Данныя Лабораторіи завода).

		Неисправленная.	Исправленная.
Жесткость въ нѣ- мѣцкихъ градусахъ.	общая	40,0—42,0	1,75—3,0
	постоянная	20,0	—
Щелочность (количество куб. сант. № 10 соляной кислоты на 100 куб. санти. воды)			
		8,1	1,5—3,0

Исправленная вода употребляется для питанія паровыхъ котловъ.

Въ Бобрикѣ-Донскомъ (Тульской губ.).

*Винокуренный и ректификаціонный заводъ графа
А. А. Бобринскаго.*

		Неисправленная.	Исправленная.
Жесткость въ нѣмецкихъ градусахъ.	общая	18,2	2,48
	постоянная	5,2	—
	устраняемая	13,0	—
Щелочность			
		5,6	—

Исправленная вода употребляется для питанія паровыхъ котловъ.

Въ гор. Самарѣ.

Въ Самарскомъ трубочномъ заводѣ.

(Данныя акта о приѣмѣ водоочистителя).

		Неисправленная.	Исправленная.
Жесткость въ немѣцкихъ градусахъ.	общая	29,2	3,0
	постоянная	19,4	—
	временная	9,8	—
Щелочность			
		4,4	1,3
Температура воды + 9 ¹ / ₂ с.			
		—	—

Исправленная вода употребляется для охлажденія двигателя Дизеля и питанія паровыхъ котловъ.

Въ гор. Валуйкахъ (Воронежской губ.).

Въ казенномъ винномъ складѣ.

(Данныя Воронежской Губернской Акцизной Лабораторіи).

Въ 100000 частяхъ воды найдено:

	Неисправленная.	Исправленная.
Плотнаго остатка (+130° C) . .	54,96	36,76
Извести (CaO)	17,92	1,16
Магnezіи (MgO)	3,22	0,08
Щелочей (NaCl + KCl)	9,8	29,99
Хлора (Cl)	8,22	7,04
Амміака	нѣтъ	нѣтъ.
Сѣрной кислоты (SO ₂)	7,8	8,10
Азотной кислоты	нѣтъ	нѣтъ.
Азотистой кислоты	нѣтъ	нѣтъ.
Угольной кислоты (CO ₂) свобод. и полусвязан.	14,60	—
Угольной кислоты (CO ₂) связанной	—	3,96
Жесткость въ { общая	22,43	1,27
нѣмецкихъ { постоянная	7,28	—
градусахъ. { устранимая	15,15	—
Щелочность: на 100 куб. сант. воды потребовалось $\frac{1}{10}$ N ₂ кислоты въ присутствіи фенолфталеина куб. с.	—	1,29

Исправленная вода употребляется для приготовленія вина
и для питанія паровыхъ котловъ.

Въ сл. Россошь (Воронежской губ.).

Въ казенномъ винномъ складѣ.

(Данныя Воронежской Губернской Акцизной Лабораторіи).

Въ 100000 частяхъ воды найдено:

	Неисправленная.	Исправленная.
Плотнаго остатка (+130 °C) . .	126,12	106,44
Извести (CaO).	26,84	1,33
Магnezіи (MgO)	8,32	0,69

	Неисправленная.	Исправленная.
Щелочей (NaCl + KCl).	45,2	97,05
Хлора (Cl)	46,1	46,86
Амміака	нѣтъ	нѣтъ.
Сѣрной кислоты (SO ₂)	8,59.	8,85
Азотной кислоты	с л ѣ д н.	
Азотистой кислоты	с л ѣ д н.	
Угльной кислоты (CO ₂) свобод. и полусвязанной	14,01	—
Угльной кислоты (CO ₂) связан- ной	—	4,49
Жесткость въ { общая	38,49	2,30
нѣмецкихъ { постоянная	20,74	—
градусахъ. { устранимая	17,75	—
Щелочность: на 100 куб. с. воды въ присутствіи фенолфталеина по- требовалось $\frac{1}{10}$ № кислоты куб. с.	—	1,0
Исправленная вода употребляется для приготовленія вина и для питанія паровыхъ котловъ.		

Въ гор. Галичѣ (Костромской губ.).

Въ казенномъ винномъ складѣ.

	Неисправленная.	Исправленная.
Жесткость въ { общая	16,4	1,8
нѣмецкихъ { постоянная	3,7	—
градусахъ. { устранимая	12,7	—
Щелочность	7,1	1,7

Въ гор. Нерехтѣ (Костромской губ.).

На фабрику Т-ва Льняной Мануфактуры К. А. Брюханова.

	Неисправленная.	Исправленная.
Жесткость въ нѣмец- { общая.	10,2—16,8	2,3—3,2
кихъ градусахъ. { постоянн.	3,8— 6,5	—
Щелочность	3,5— 5,2	1,2—1,8

На водоочиститель поступать вода изъ рѣки Нерехты съ
переменнымъ составомъ.

Исправленная вода употребляется для охлажденія двигате-
лей Дизеля и питанія паровыхъ котловъ.

Въ д. Веселая-Лопань (Курской губ.).

Винокуренный и ректификационный заводъ Н. Е. Муханова.

	Неисправленная.	Исправленная.
Жесткость въ нѣмец- { общая. 15,2—26,5		2,2—3,6
кихъ градусахъ. { постоянн. 4,5—17,5		—
Щелочность	6,2—12,4	—

Прудовая вода, вслѣдствіе обратнаго поступленія отработанныхъ водъ, значительно измѣняется въ составѣ. Исправленная вода употребляется для питанія паровыхъ котловъ.

Въ д. Голубочкахъ (Тульской губ.).

Винокуренный заводъ П. П. Косякоев.

	Неисправленная.	Исправленная.
Жесткость въ нѣмец- { общая. 12,8—16,4		2,1—3,2
кихъ градусахъ. { постоянн. 3,8—5,8		—
Щелочность	4,1—4,8	—

На водоочиститель поступаетъ вода изъ рѣки Красивый—Мечъ. Исправленная вода употребляется для питанія паровыхъ котловъ.

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 (CaO)	7,78	1,82
Магнѣзін (MgO)	5,87	0,72
Окисл желѣза и алюминія . . .	0,22	нѣтъ
Кремнезема	0,74	0,66
Сѣрной кислоты (SO ₃)	13,37	12,84
Жесткость въ { общая 16,1		2,8
нѣмецкихъ { постоянная 7,7		
градусахъ { устранимая 8,4		
Температура воды	15 С.	15 С.

Въ гор. Ярославль

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

Артезианская вода Ярославскаго № 1 казеннаго, виннаго склада.

*(Данныя анализа Ярославской Губернской Акцизной лабора-
торіи).*

Въ 1 литръ воды содержится миллиграммъ:

	Неисправленная.	Исправленная.
Плотнаго остатка	406	236
Извести (CaO)	147	17,1
Магnezin (MgO)	47,9	7,09
Хлора	38	38
Сѣрной кислоты (SO ₃)	31,96	30,66
Жесткость { общая	21,4	2,7
въ нѣмецкихъ { постоянная	5,93	
градусахъ { устранимая	15,47	

Въ гор. Рыбинскъ

(согласно предложенія Господина Управляющаго Акцизными сбо-
рами Ярославской губ.).

Артезианская вода Рыбинскаго № 2 казеннаго виннаго склада.

*(Данныя анализа Ярославской Губернской Акцизной лабора-
торіи).*

Въ 1 литръ воды содержится миллиграммъ:

	Неисправленная.	Исправленная.
Плотнаго остатка	1964	1934
Извести (CaO)	89	16
Магnezin (MgO)	58,32	8,48
Хлора	294	288
Сѣрной кислоты (SO ₃)	702,4	676,4
Жесткость { общая	17,0	2,78
въ нѣмецкихъ { постоянная	13,6	
градусахъ { устранимая	3,4	

Сравнительныя данныя анализѣ исправленныхъ водъ цеолитовымъ и известково-содовымъ способами.

Артезіанская вода Тульскаго казеннаго виннаго склада.

Въ 100000 частяхъ воды содержится:

	Неисправл. вода.	Исправ. въ аппар. Ф. А. Тебених.	Исправленная цеолитами.
Плотнаго остатка	42,09	17,6	45,4
Извести (CaO)	18,64	1,6	Слѣды.
Магnezин (MgO)	2,48	0,74	1,96
Жесткость въ } нѣмец. град. } общая	22,11	2,63	2,74
Щелечность (количество куб. сан. $\frac{1}{10}$ N. HCl на 100 к. с. воды 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 50⁰/. Увеличеніе плотнаго остатка произошло частью за счетъ замѣщенія кальція и магнія натріемъ (Ca:2 Na=40:46, Mg:2 Na=24:46), частью за счетъ распада самого препарата, послѣднее подтверждается также повышенною щелочностью исправленной воды.



Въ виду того, что исправленная мной 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:

Копія.

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

Бактеріологическое изслѣдованіе. Опредѣленіе (последовательное) 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 последовательныхъ пробъ) въ среднемъ содержитъ **3 микроба** въ 1 куб. сантим.

Фильтрованная вода (8 последовательныхъ пробъ) въ среднемъ содержитъ **4 микроба** въ 1 куб. сантим.

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 магніевыя соли группируются съ микроорганизмами и другими взвѣшанными органическими и минеральными примѣсями воды и, увлекая ихъ своей массой, вмѣстѣ съ ними выпадаютъ изъ смѣси, рядъ механическихъ препятствій, которыя вода встрѣчаетъ въ отстойникѣ, въ значительной мѣрѣ также способ-

ствуешь 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 благоприятныя условія для процесса коагуляціи.

Приведенныя данныя химическихъ и бактериологическихъ изслѣдованій исправленныхъ мной 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 Эрнманъ, разбирая 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 совсѣмъ 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 сѣрнокислаго и хлорнаго желѣза, квасцовъ или сѣрнокислаго глинозема (Американскіе коагулянты), при происходящихъ обмѣнныхъ реакціяхъ, углекислыя соли замѣняются хлористыми и сѣрнокислыми 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 истиннѣе человѣческій отвергаетъ такую воду.



Оффиціальныя удостовѣренія.

Копія.

А К Т Ъ.

1910 года марта 26 дня, комиссіей 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. Эйминовича, въ присутствіи изобрѣтателя Акцизнаго Контролера г. Тебенихина и повѣреннаго владѣльцы котельно-механическаго заведенія К. И. Блейве, Александра Готлибовича Блейве, произведенъ осмотръ и испытаніе въ дѣйствиі 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 $t^0 + 7^{\circ} \pm 2^{\circ}$ Ц., а съ аппарата въ количествѣ до 780 ведеръ въ часъ поступала въ сборный чанъ для приготовления 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 $t\ 11^{\circ} \pm 2^{\circ}$, 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. Тебе-

нихина комиссія признала вполнѣ исправнымъ, а неполненіе устройства аппарата котельно-механическимъ заведеніемъ Блейве вполнѣ 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 составитъ 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 вполнѣ удовлетворительно, при чемъ уходъ за аппаратомъ вовсе не сложенъ и требуетъ затраты одного человѣка въ рабочий день, который въ то же время наблюдаетъ за нагрѣвомъ мочныхъ баковъ и вообще за водоснабженіемъ склада.

О вышеизложенномъ составленъ настоящій актъ въ 3-хъ экземплярахъ, изъ которыхъ одинъ экземпляръ получилъ 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 Эйминовичъ, 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° 7,5° С. съ первоначальной жесткостью

по мыльной пробѣ 21,4 нѣмецк. градуса и щелочностью 7,6 куб. сант. децинормальной соляной кислоты на 100 к. с. воды, выходить изъ аппарата послѣ обработки ея на холоду реактивами (известью и содой) съ t 11° С. совершенно чистой, безъ малѣйшей мутн, 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, взятыя Лаборантомъ Аедоницимъ 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, взятыя 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 кзкой-либо накипи. Паровой котель послѣ очистки работалъ исправленной водой въ теченіе 1½ мѣсяцевъ и въ немъ не только не образовалось новой накипи, но даже оставшіеся куски не отодранной старой накипи размягчились и отвалились.

По наблюденіямъ, до употребленія очищенной воды, испарительная способность угля выражалась 5,12 пуда воды на 1 пудъ каменнаго угля, а при употребленіи воды изъ водоочистителя Тебенихина испарительная способность того же угля поднялась до 5,8 пуда воды, т.-е. свыше тѣмъ 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 отстойная вода, 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. Денна 25, 26, 27 августа и 1, 2, 3 сентября сего года, испарительная способность того же каменнаго угля поднялась свыше тѣмъ на 30%. Столь значительная разница 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 водогрейныхъ трубъ, не удавалось освободить паровики отъ плотно приставшихъ и твердыхъ отложений щелочно-земельныхъ солей воды, которые лишь благодаря продолжительному употребленію исправленной воды постепенно размягчались и отваливались, освобождая тѣмъ самымъ нагреваемыя поверхности отъ накипи. Подписали: завѣдующій лабораторіей Н. Леоновъ и машинистъ Нечаевъ.

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. Эйминовичъ и машиниста г. Нечаева, производила 3, 8 и 15 марта с. г. осмотръ паровыхъ котловъ Тульского 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 металлъ 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 толстой корки толщиною отъ 2 до 5 мм., неподдававшейся 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, изъявленій, изъѣдинъ, могущихъ указывать на разрушительное дѣйствіе исправленной воды на металлъ, не замѣчено.

2) Арматура котловъ находится въ слѣдующемъ состояніи: а) водомѣрные 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 Тебени-

нихина даже понизился въ сравненіи съ предшествующими годами, 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. Ценпа 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 № 1 казеннаго виннаго 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.

А к т ъ.

1912 года февраля 16-го дня, вслѣдствіе предложенія Главнаго Управленія неокладныхъ сборовъ и казенной продажи питей, учрежденная по порученію Господина Управляющаго Акцизными сборами Тульской губерніи Комиссія подъ предсѣдательствомъ Старшаго Техника Тульского Акцизнаго Управленія инженеръ-технолога Кончковскаго, въ составѣ: Помощника Акцизнаго Надзирателя Федорова, Завѣдующаго Тульской Химической Лабораторіей Фишера, Контролера Май-Маевского, Завѣдующаго складомъ Эйтминовича и Машиниста Нечаева, производила 11, 12, 19, 20 января, 13 и 14 февраля сего года осмотръ находившихся попеременно въ дѣйствіи паровыхъ котловъ Тульского № 1 казеннаго виннаго склада, съ цѣлью всесторонняго выясненія вліянія на эти котлы воды изъ установленнаго въ складѣ и находящагося въ дѣйствіи съ 26-го марта 1910 года водоочистительнаго аппарата системы Контролера Тебеныхина.

Результаты подробнаго освидѣтельствованія состоянія паровыхъ котловъ получились слѣдующіе:

1) Со времени послѣдняго осмотра паровые котлы находились въ работѣ: котель № 2 — съ 3-го октября 1911 года по 9-е января 1912 года, котель № 3 — съ 31-го октября 1911 года по 21-е января 1912 года и котель № 4 — съ 5-го декабря 1911 г. по 4-е февраля 1912 года.

2) За время питанія паровыхъ котловъ водою, исправленной въ водоочистителѣ, водогрѣйныя трубы котла № 2 вообще не мѣнялись, взаимно же испорченныхъ раньше и давшихъ течь, включены новыя трубы: въ котель № 3 — двѣ трубы — въ февралѣ 1911 года и въ котель № 4 — три трубы — въ іюлѣ 1910 года и въ январѣ и іюнѣ 1911 года; металлическая арматура за все это время дѣйствовала безъ замѣны, подвергаясь во время происходившихъ перерывовъ въ дѣйствіи котловъ лишь обычному незначительному при томъ ремонту.

Водоуказательныя стекла находятся въ дѣйствіи отъ 2-хъ до 4-хъ мѣсяцевъ и за это время не мѣнялись.

3) Какъ въ верхнихъ цилиндрическихъ корпусахъ котловъ, такъ и въ ихъ водогрѣйныхъ трубахъ оказался незначительный лишь рыхлый налетъ, легко отдѣляющійся отъ стѣнокъ. Мѣстами на внутренней ихъ поверхности имѣются куски прежней накипи,

происшедшей до установки водоочистителя при питаніи котловъ неисправленной водой и образовавшей толстую плотную корку, большая часть которой отстала отъ стѣнокъ и удалена — частью при предыдущихъ осмотрахъ, частью же, насколько это представлялось возможнымъ, при настоящемъ освидѣтельствovanіи.

4) При подробномъ изслѣдованіи оставшейся давнишней накипи, которая, согласно обслѣдованію, вообще не была устраняема механическимъ воздѣйствіемъ при чисткахъ паровыхъ котловъ за время дѣйствія водоочистителя, оказалось, что разрушеніе и частичное постепенное отваливаніе накипи отъ стѣнокъ котловъ происходитъ подъ вліяніемъ исправленной воды, поступающей въ паровики съ весьма незначительной жесткостью, а также въ силу термическихъ и вибраціонныхъ явленій, обычно имѣющихъ мѣсто при дѣйствіи котловъ.

5) Новыхъ отложеній накипи какъ въ верхнихъ цилиндрическихъ корпусахъ, такъ и въ водогрѣйныхъ трубахъ, а также на металлической арматурѣ котловъ совершенно не обнаружено.

6) Послѣ очистки, по возможности, стѣнокъ котловъ отъ остатковъ давнишней накипи и послѣ протирки водогрѣйныхъ трубъ металлической щеткой и тряпками, на внутреннихъ поверхностяхъ ихъ не обнаружено какихъ-либо раковинъ, трещинъ, изъѣдинъ и т. п., внутреннія же поверхности упомянутыхъ въ пун. 2 новыхъ водогрѣйныхъ трубъ, бывшихъ въ работѣ лишь при исправленной водѣ, имѣли чистый, гладкій, металлическій видъ. Водоуказательныя стекла равнымъ образомъ хорошо сохранились и являются прозрачными, безъ раковинъ и бороздокъ.

7) Для ближайшаго изслѣдованія дѣйствія исправленной воды на металлъ котловъ, одна изъ старыхъ водогрѣйныхъ трубъ котла № 2 была вынута и разрѣзана на нѣсколько частей, осмотромъ которыхъ вполне подтвердилось полное отсутствіе въ ней новыхъ образованій накипи, а также отсутствіе какихъ-либо поврежденій, могущихъ являться признакомъ дѣйствія исправленной въ водоочистителѣ воды на металлъ котловъ. Одинъ изъ отрѣзковъ вынутой трубы и нѣсколько кусковъ отставшей отъ стѣнокъ водогрѣйныхъ трубъ давнишней накипи прилагаются къ сему акту.

8) Вліяніе исправленной въ водоочистителѣ воды на прекращеніе образованія новой накипи въ паровыхъ котлахъ, при постоянномъ разрушеніи давнишней накипи, отразилось между прочимъ самымъ благоприятнымъ образомъ на паропроизводительности расходуемаго для котловъ топлива, которая, какъ видно изъ

годовых отчетовъ Тульского Склада, по расчету на одинъ пудъ фактически израсходованнаго каменнаго угля, опредѣлилась образованіемъ въ 1909 году — 4,66 пуда, въ 1910 году — 5,65 пуда и въ 1911 году — 7,29 пуда пара, т. е. паропроизводительность увеличилась болѣе, чѣмъ на 50⁰/о.

Такимъ образомъ, согласно изложенному, польза отъ исправленія воды въ водоочистителѣ системы Контролера Тебенихина вполне оправдалась на практикѣ по оказавшимся техническимъ даннымъ и экономическимъ расчетамъ.

Актъ сей составленъ въ 3-хъ экземплярахъ.

Подлинный за надлежащими подписями.

Съ подлиннымъ вѣрно:

Контрщикъ *А. Грачевъ.*

Копія.

ОБЩЕСТВО

КОСТЕОБЖИГАТЕЛЬНЫХЪ

ЗАВОДОВЪ.

МОСКВА.

Господину **Ф. А. Тебенихину**

въ г. Тулѣ.

Милостивый Государь!

На Вашъ запросъ о дѣйствіи водоочистителя Вашей системы на Московскомъ Клеевомъ Заводѣ Об-ва Костеобжигательныхъ Заводовъ и о получаемыхъ при этомъ результатахъ, считаю долгомъ сообщить нижеслѣдующее: -

1) Установленный Вами водоочиститель работаетъ съ января 1913 г. и до настоящаго времени дѣйствуетъ вполне исправно и какому-либо ремонту не подвергался.

2) Для исправленія употребляется наша артезианская вода или непосредственно изъ колодца холодная съ жесткостью въ 40 — 42 нѣмец. градуса, при постоянной жесткости въ 20 нѣмец. градус. или же подогретая, — отработанная на другихъ станціяхъ

завода, съ жесткостью въ 37 — 38 нѣмец. град., при одинаковой же постоянной жесткости въ 20 нѣмец. градусовъ.

3) Та и другая вода одинаково хорошо исправляется посредствомъ реактивовъ извести и соды, согласно выработаннаго Вами рецепта и Вашихъ инструкцій.

4) За все время дѣйствія Вашего водоочистителя въ нашей лабораторіи ежедневно производится изслѣдованіе, получаемой изъ аппарата, очищенной воды. Кромѣ того производится изслѣдованіе каждаго отдѣльнаго бака съ момента дѣйствія аппарата, т. е. съ января 1913 года. Такимъ образомъ мы можемъ доказать, что при правильномъ добавленіи и смѣшиваніи реактивовъ, получается вода съ наибольшей жесткостью въ 3 нѣмец. градуса, при щелочности въ 1,5 — 3 куб. сантиметра $\frac{1}{10}$ N соляной кислоты на 100 куб. сантиметр. воды.

5) Стоимость исправленія воды, расходъ на реактивы, составляетъ у насъ въ Москвѣ: 3,6 коп. на каждые 100 ведеръ воды; стоимость же рабочей силы по уходу за водоочистителемъ не превышаетъ одного чернорабочаго въ рабочий день.

6) Со времени установки Вашего водоочистителя на здѣшнемъ заводѣ, накипи въ паровыхъ котлахъ совершенно не образуется. Чистка послѣ 4 мѣсяцевъ работы котла состоитъ исключительно въ удаленіи со стѣнокъ котла и жаровыхъ трубъ очень рыхлаго и тонкаго налета посредствомъ метелки, тогда какъ до установки Вашего аппарата, въ теченіе 6 недѣльной работы получалась очень твердая накипь, мѣстами до 2-хъ дюймовъ толщиною и съ трудомъ удаляемая съ помощью стальныхъ зубилъ.

7) Съ установкою Вашего водоочистителя получается весьма значительная экономія топлива.

Въ заключеніе считаю долгомъ засвидѣтельствовать, что до установки Вашего аппарата, *все наши попытки исправить нашу жесткую артезіанскую воду другими способами были неудачны*, почему я не могу не отмѣтить достигнутые Вами столь блестящіе результаты.

Московскій Заводъ Общества Костеожигательныхъ
Заводовъ и выдѣлки изъ кости другихъ продуктовъ.

Завѣдующій Р. Берлинеръ.

КОНТОРА
ДОНСКОГО № 11 ВИНОКУРЕННАГО

Копія.

— и —
РЕКТИФИКАЦИОННАГО ЗАВОДОВЪ.

Февраля 25 дня 1912 г.

ПРЕЕМНИКОВЪ

П. И. Каменева, М. М.
Звягина, И. М. Подбель-
скаго и К^о.

Въ гор. Елифани.

Удостовереніе.

Симъ удостоверяю, что съ устройствомъ на нашемъ заводѣ очистительной станціи по системѣ Ф. А. Тебенихина, для питанія паровыхъ котловъ употребляется исключительно исправленная водоочистителемъ вода. Результаты дѣйствія водоочистителя со времени его установки съ 20-го сентября 1910 года по 25-е февраля сего 1912 года оказались слѣдующіе:

1) Вода, поступающая въ водоочиститель имѣетъ жесткость въ 28—32 нѣмецкихъ градуса, а послѣ обработки ея въ водоочистителѣ реактивами известью и содой получается съ жесткостью въ 3—4 нѣм. град. и щелочностью въ 2—3 градуса.

2) Водоочиститель, дѣйствуя непрерывно, очищаетъ до 4000 ведеръ воды въ сутки, при чемъ одинаково хорошо исправляется какъ горячая вода, выходящая изъ дефлегматоровъ, такъ и холодная изъ напорнаго водяного бака.

3) За все время работы водоочистителя, въ паровыхъ котлахъ совершенно не образовалось накипи, равно какъ не закипала арматура ихъ, а также водомѣрные стекла.

4) До установки на нашемъ заводѣ водоочистителя котлы чистились ежемѣсячно и накипь къ концу мѣсяца достигала до 4—5 миллиметровъ толщину, была при этомъ очень тверда и съ большимъ трудомъ сбивалась отъ стѣнокъ котловъ.

Съ установкой же водоочистителя системы Ф. А. Тебенихина надобности въ очисткѣ котловъ отъ накипи не встрѣчалось и паровые котлы работаютъ безостановочно въ теченіи всего винокуреннаго періода.

5) Стоимость исправленія воды не превышаетъ трехъ копѣекъ за каждыя сто ведеръ, что при ежедневномъ расходѣ воды до 4000 ведеръ составляетъ около 1 руб. 20 коп. въ сутки.

6) Уходъ за водоочистителемъ крайне простъ и все дѣло ограничивается прибавкою черезъ 3—4 часа ранѣ заготовленныхъ реактивовъ (извести и соды) и перемѣшиваніемъ смѣси.

Точно также контроль надъ дѣйствіемъ водоочистителя и качествомъ исправленной воды весьма несложенъ и доступенъ каждому грамотному рабочему.

7) Ремонта аппарата до настоящаго времени не производилось.

8) Съ установкою водоочистителя паропроизводительность топлива значительно повысилась и теперь въ топливѣ получается экономія по сравненіи съ предыдущими годами въ 20⁰/. Устраненъ при этомъ и расходъ на очистку паровиковъ.

Въ заключеніе считаю долгомъ добавить, что по нашимъ подсчетамъ расходъ по устройству водоочистителя системы Ф. А. Тебенихина уже покрылся получаемой экономіей только отъ одного топлива.

Управляющій заводомъ *М. Звягинъ.*

КОНТОРА

ВИНОКУРЕННАГО ЗАВОДА

— и —

БОБРИНОВСКОЙ ЭКОНОМІИ

ГРАФА

А. А. БОБРИНСКАГО.

Копія.

Февраля 12 дня 1914 г.

Удостовереніе.

Настоящимъ удостоверяемъ, что въ октябрѣ мѣсяцѣ 1911 г. на винокуренно-ректификаціонномъ заводѣ графа А. А. Бобринскаго установленъ водоочиститель системы Ф. А. Тебенихина, производительностью до 500 ведеръ въ часъ, который и въ настоящее время дѣйствуетъ при слѣдующихъ результатахъ;

1) Идущая на водоочиститель шахтеная вода съ общей жесткостью въ 18, 2 нѣмец. градуса, послѣ исправленія ея реактивами—известью и содой, выходитъ изъ аппарата съ весьма ничтожной жесткостью, совершенно прозрачной и нормальнаго вкуса.

2) За все время дѣйствія водоочистителя, ежедневно производится изслѣдованіе очищенной воды, при чемъ средняя жесткость этой воды по всѣмъ наблюденіямъ составляетъ 2,46 нѣмец. градуса и щелочность 1,2 кубическихъ сантиметра ¹/₁₀ нормальной соляной кислоты на 100 куб. сан. воды.

3) Очищенная вода употребляется для питанія паровыхъ котловъ, при чемъ за все время дѣйствія водоочистителя накипи въ нихъ совершенно не образуется и котлы не требуютъ специальной чистки, тогда какъ, до установки водоочистителя, котлы чистились отъ накипи ежемѣсячно.

4) Стоимость исправленія воды, расходъ на реактивы составляетъ 1,6 коп. на каждые сто ведеръ.

5) Уходъ за водоочистителемъ очень простъ и аппаратъ обслуживается рабочимъ завода, который занятъ при этомъ и другими дѣлами.

6) Съ установкой водоочистителя наблюдается экономія въ топливѣ до 10⁰%, при чемъ самые котлы и ихъ арматура лучше сохраняются.

7) За все время работы, водоочиститель ниразу не подвергался ремонту и въ настоящее время, уже третій годъ дѣйствуетъ вполне исправно.

Въ заключеніе считаемъ долгомъ засвидѣтельствовать о рациональности способа очистки воды Ф. А. Тебенихина, его доступности и большой пользѣ приносимой имъ въ паровомъ хозяйствѣ.

Управляющій имѣніемъ и заводомъ *А. Гюндель.*

Винокуръ-Ректификаторъ *Л. Александровъ.*

Копія.

Удостовереніе.

Настоящимъ удостоверяю, что въ Старой Тульской Аптекѣ Ф. Бѣлявскаго 2-го февраля 1910 года установленъ водоочиститель системы Ф. А. Тебенихина, который и въ настоящее время дѣйствуетъ вполне исправно при слѣдующихъ результатахъ:

1) Первоначальная жесткость городской водопроводной воды въ 23,6 немѣцк. градуса, пройдя черезъ аппаратъ, понижается

до 3—4 нѣмецк. градусовъ, при максимальной щелочности 1,5 куб. сант. децинормальной соляной кислоты на 100 куб. сант. воды.

2) Исправленіе воды въ аппаратѣ Ф. А. Тебеніхина 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 аппаратѣ Ф. А. Тебеніхина 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) Стоимость исправленія воды не превышаетъ двухъ копѣекъ за каждыя сто ведеръ.

Управляющій аптекой, фармацевтъ Тульского Губернскаго
Правленія Магистръ фармаціи *Ф. Адерманъ*.

Г. Тула, мая 15 дня 1913 года.

ЗЕМСТВО.

Копія.**УПРАВЛЯЮЩАГО**

АПТЕКОЮ

Губернскаго Земства

Мая 15 дня 1913 года.

№ 48.

Г. Тула.

Удостовереніе.

Настоящее удостоверение выдано изъ Тульской Губернской Земской Больницы Ф. А. Тебенихину въ томъ, что 15-го октября 1911 года имъ былъ установленъ въ аптекъ Больницы водоочиститель своей системы, который и по настоящее время дѣйствуетъ вполне исправно. Результаты дѣйствія водоочистителя получаютъ слѣдующіе:

1) Поступающая въ водоочиститель вода изъ городского водопровода имѣетъ общую жесткость въ 24 нѣмецкихъ градуса, а изъ водоочистителя выходитъ съ жесткостью 4—5 нѣмецк. градусовъ при ничтожной щелочности.

2) Для исправленія воды употребляются реактивы—известь и сода, а самый процессъ ведется при обыкновенной температурѣ.

3) Исправленная водоочистителемъ Ф. А. Тебенихина вода имѣетъ мягкій, хорошій вкусъ, безъ какого-либо привкуса отъ реактивовъ и употребляется для слѣдующихъ цѣлей: а) питанія парового котла, б) для водогрѣйныхъ кубовъ, в) для питья и г) для всѣхъ другихъ хозяйственныхъ потребностей (варки пицци, чая, мытья и т. п.).

4) На нагрѣваемыхъ поверхностяхъ, какъ парового котла, такъ и водогрѣйныхъ кубовъ, накипи совершенно не образуется.

5) Наблюденіе и уходъ за водоочистителемъ очень просты и стоимость исправленія воды не превышаетъ двухъ копѣекъ за сто ведеръ.

Управляющій Аптекой Тульскаго Губернскаго Земства

провизоръ Э. Саговскій.

Г. Тула, мая 15 дня 1913 года.

1913 года марта 9 дня, мы, нижеподписавшіеся Завѣдующій Губернской Химической Лабораторіей Воронежскаго Акцизнаго Управленія г. Мироненко, Помощникъ Надзирателя того же Управленія г. Козыревъ и машинистъ Доля произвели предварительный осмотръ водоочистителя системы Ф. Тебенихина, установленнаго въ Россопанскомъ № 4 казенномъ винномъ складѣ и испытаніе его въ дѣйствиіи, при чемъ оказалось: поступающая на водоочиститель артезіанская вода съ общею жесткостью въ 37 нѣм. град. при постоянной въ 23,2 град. послѣ исправленія имѣла общую жесткость по мыльной пробѣ отъ 2,4 до 3 нѣмцк. град., при щелочности въ 1,6 куб. сант. $\frac{1}{10}$ норм. соляной кислоты на 100 куб. сант. воды; производительность водоочистительнаго аппарата вполне отвѣчаетъ обусловленное договоромъ (250 вед. въ часъ) и можетъ быть, безъ ущерба для качества воды, при форсированной работѣ, доведена до 400 вед. въ часъ. Процессъ исправленія воды ведется на холоду (безъ подогреванія). Стоимость исправленія воды (расходъ на реактивы) составляетъ, при цѣнѣ извести въ 20 коп. за пудъ и соды въ 1 руб. 30 коп. за пудъ — 5,7 коп. за каждые 100 вед.

Для болѣе подробнаго изслѣдованія (вѣсового анализа) проба исправленной воды въ количествѣ $\frac{2}{4}$ бут. взята г. Завѣдующимъ Химической Лабораторіей *).

Завѣдующій Губернской Химической Лабораторіей
Инженеръ-Технологъ *В. Мироненко.*

Помощникъ Надзирателя *Козыревъ.*

Машинистъ *В. Доля.*

*) Данныя вѣсового анализа помѣщены на стр. 28.

1913 года марта 11 дня, мы, нижеподписавшіеся Завѣдующій Губернской Химической Лабораторіей Воронежскаго Акцизнаго Управленія МIRONENKO, Помощникъ Надзирателя того же Управленія КУПРІАНОВЪ, Контролеръ МЕНЬШАКОВЪ и Машинистъ РЕМИЗОВЪ произвели предварительный осмотръ водоочистителя системы Ф. Тебенихина, установленнаго въ Валуйскомъ № 5 казенномъ винномъ складѣ и испытаніе его въ дѣйствиі, при чемъ оказалось: поступающая на водоочиститель вода изъ городского водопровода съ общою жесткостью въ 21,9 нѣм. град. при постоянной въ 6,8 град. послѣ исправленія имѣла общую жесткость по мыльной пробѣ отъ 1,5 до 2,5 нѣм. град., при щелочности въ 1,3 до 1,5 куб. сант. $\frac{1}{10}$ норм. соляной кислоты на 100 куб. сант. воды; производительность водоочистительнаго аппарата вполне отвѣчаетъ обусловленное договоромъ (200 вед. въ часъ) и можетъ быть, безъ ущерба для качества воды, доведена до 300 вед. въ часъ. Процессъ исправленія воды ведется на холоду (безъ подогреванія). Стоимость исправленія воды (расходъ на реактивы) составляетъ при цѣнѣ извести въ 20 коп. за пудъ и соды въ 1 руб. 30 коп. за пудъ,— 2,5 коп. за каждые 100 вед.

Для болѣе подробнаго изслѣдованія (вѣсового анализа) проба исправленной воды въ количествѣ $\frac{2}{4}$ бут. взята Завѣдующимъ Химической Лабораторіей *).

Завѣдующій Губернской Химической Лабораторіей

Инженеръ-Технологъ *В. МIRONENKO.*

Помощникъ Надзирателя *В. КУПРІАНОВЪ.*

Инженеръ-Технологъ, Контролеръ *МЕНЬШАКОВЪ.*

Машинистъ *С. РЕМИЗОВЪ.*

*) Данныя вѣсового анализа помѣщены на стр. 28.

Удостовереніе.

Настоящимъ удостовѣряю, что съ 10-го августа 1911 г. у меня въ домѣ установленъ водоочиститель системы Ф. А. Тебенихина и что съ этого времени для всѣхъ своихъ хозяйственныхъ потребностей, какъ-то: для питья, для чаю, для варки пищи, умыванія и т. п., я и вся моя семья исключительно употребляемъ исправленную водоочистителемъ воду.

Тщательно наблюдая за качествомъ воды, я считаю долгомъ засвидѣтельствовать, что наша жесткая водопроводная вода, послѣ исправленія ея водоочистителемъ, при посредствѣ реактивовъ — извести и соды — получается очень мягкой, хорошаго вкуса, безъ малѣйшаго привкуса отъ реактивовъ и охотнѣе употребляется въ пищу и питье, чѣмъ неочищенная вода изъ водопровода.

Вліяніе исправленной воды по моимъ наблюденіямъ надъ всей моей семьей въ смыслѣ здоровья и обмѣна веществъ вполне благопріятно.

Къ сему считаю долгомъ добавить, что уходъ за водоочистителемъ очень простъ и доступенъ каждому; расходъ на реактивы не превышаетъ 2-хъ копѣекъ въ день. Гор. Тула августа 15-го дня 1913 года Старшій по губерніи Тульскій уѣздный врачъ *Зимбрицкій*.

Ф. Тебенихинъ.

Г. Тула, Февраль 1914 г.
Тургеневская ул., д. № 54.