

1991

Абано...
Техн...
Дата 2007

Фабрицкое.
Б. Дворянская, 30 кв. 1.
СПб.

В. Зорев / 20
621.18
3-62

УМЯГЧЕНИЕ ВОДЫ
ПОСРЕДСТВОМЪ ЦЕОЛИТОВЪ
СПОСОБЪ ПРОФ. ГАНСА.

1962

207443

36

ИНЖЕНЕРЪ Н. Н. ЗИМИНЪ.

ЧЛЕНЪ Т-ВА ИНЖЕНЕРОВЪ Н. П. ЗИМИНЪ и Ко.

ПОДЪ ФИРМОЮ НЕПТУНЪ.

39

→ → * * ← ←
ИНЖЕНЕРСКАЯ
ПОКЛОТОВА
ЦЕНТРА
ИНЖЕНЕРОВЪ ПУНДИ

21-8

1975

МОСКВА—1911 Г.

прис. Учен. Библ. 20/IV 187.

№ 7443 621.18

УЧЕБНАЯ
БИБЛИОТЕКА
ИНСТИТУТА
ИНЖЕНЕРОВЪ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ

Новый способ умягченія воды посредствомъ цеолитовъ.

Докладъ инженера Н. Н. Зимина.

21-8

Вопросъ объ изысканіи раціональныхъ способовъ умягченія жесткихъ водъ является несомнѣнно вопросомъ, имѣющимъ громадное практическое значеніе. Поэтому я позволяю себѣ въ настоящемъ сообщеніи ознакомить васъ съ тѣмъ новымъ, чрезвычайно интереснымъ и своеобразнымъ способомъ умягченія воды посредствомъ цеолитовъ, который появился въ Германіи и, повидимому, имѣетъ большое будущее.

Чтобы рельефнѣе отмѣтить то значеніе, которое можетъ имѣть цеолитовый способъ умягченія жесткихъ водъ въ практическомъ его примѣненіи, — я предположу описанію этого новаго способа краткій обзоръ наиболѣе распространенныхъ до настоящаго времени способовъ, примѣняющихся для этихъ же цѣлей.

Прежде всего приходится отмѣтить сильное распространеніе въ дѣлѣ борьбы съ котельными накипями многихъ десятковъ и даже сотенъ, въ большинствѣ случаевъ патентованныхъ и продаваемыхъ подъ таинственными наименованіями, снадобій, предназначенныхъ къ непосредственному введенію внутрь паровыхъ котловъ. Пользованіе такого рода снадобьями, въ лучшемъ случаѣ, приноситъ лишь паллиативную пользу, сводя дѣло къ образованію въ котлахъ накипей, болѣе рыхлыхъ и легче удаляемыхъ, — въ худшихъ же случаяхъ (и такихъ большинство) такого рода „антинакипныя“ средства вносятъ въ котлы элементы явно вредные и разрушающе дѣйствующіе на прочность самихъ котловъ.

Ввиду этого слѣдуетъ въ принципѣ установить, что борьба съ накипями, основанная на введеніи тѣхъ или иныхъ снадобій непосредственно внутрь котловъ, не можетъ быть признана раціональною.

Несомнѣнное предпочтеніе заслуживаютъ методы исправленія жесткихъ водъ, которые достигаютъ очищенія и умягченія воды до введенія ея въ паровые котлы.

Изъ такихъ способовъ до настоящаго времени получили наибольшее развитіе способы умягченія воды, производимые въ тѣхъ или иныхъ специальныхъ приборахъ, посредствомъ воздѣйствія на воду въ

Белорусского
института инженеровъ
железнодорожного

УЧЕБНАЯ
БИБЛИОТЕКА

качествѣ химическихъ реагентовъ: содою, известью, ѣдкимъ натромъ и солями барія.

Изъ перечисленныхъ реагентовъ два послѣднихъ, т. е. ѣдкій натръ и барій, обходятся дорого и примѣняются сравнительно рѣже (барій употребляется для устраненія сѣрно-кислыхъ солей). Главное же распространеніе нашли въ дѣлѣ умягченія воды реагенты—сода и известь; поэтому на нихъ спеціально и приходится остановиться.

Въ большинствѣ случаевъ при химическомъ очищеніи воды, назначаемой для питанія паровыхъ котловъ, приходится имѣть дѣло съ удаленіемъ изъ нея главнымъ образомъ накипеобразователей—сѣрно-кислыхъ и двууглекислыхъ солей кальція и магнія.

Для воздѣйствія на сѣрнокислыя соли щелочно-земельныхъ металловъ назначается обыкновенно сода, дающая, — въ результатѣ обмѣнной реакціи съ ними,—сѣрнокислый натръ, хорошо растворимый въ водѣ и неспособный давать въ котлахъ накипи.

Для воздѣйствія же на двууглекислыя соли щелочно-земельныхъ металловъ (обуславливающія такъ называемую „временную“ жесткость воды) и на свободную углекислоту, примѣняется известь, дающая, въ результатѣ воздѣйствія, мало растворимыя въ водѣ и выпадающія въ видѣ осадковъ углекислыя соли.

Такимъ образомъ путемъ реагированія содою и известью на жесткія воды, содержащія въ себѣ сѣрнокислыя и двууглекислыя щелочно-земельные металлы, воды эти могутъ быть доводимы до весьма малой жесткости, равной напр. около 2 град. нѣм. (этому предѣлу соответствуетъ приблизительно растворимость въ водѣ углекислаго кальція, остающагося въ водѣ послѣ воздѣйствія известью) и до весьма малой щелочности.

Практика показала однако, что полученіе подобнаго рода результатовъ очищенія воды достигается далеко не постоянно. Въ практикѣ умягченія жесткихъ водъ воздѣйствіемъ на нихъ содою и известью приходится считаться съ цѣлымъ рядомъ деталей, чрезвычайно отвѣтственныхъ по своему существу. Спеціалистамъ, имѣющимъ дѣло съ умягченіемъ воды содой и известью, хорошо извѣстно, какого неустаннаго контроля и ухода оно требуетъ при правильной постановкѣ дѣла. Постоянный контроль за качествомъ умягчаемой воды, составъ которой нерѣдко колеблется, постоянный контроль за качествомъ, заготовленіемъ, дозированиемъ и регулированіемъ введенія въ воду умягчающихъ реагентовъ. Неудобства обращенія съ известью ввиду даваемой ею пыли. Постоянный контроль за качествомъ очищенной воды. Постоянный уходъ за аппаратами, заключающійся въ наблюденіи за исправнымъ состояніемъ и функционированіемъ механической ихъ части, т. е. за водоналивными колесами, за черпаками, промѣшивателями, регулирующими поплавками и кранами, за фильтрами въ са-

тураторахъ и послѣ отстойника; кромѣ того приходится періодически очищать вышеуказанные фильтры, или смѣнять ихъ новыми. Приходится также имѣть неизбежно дѣло съ удаленіемъ изъ отстойниковъ (а также и сатураторовъ) накапливающихся въ нихъ осадковъ; а чтобы судить о размѣрѣ этихъ осадковъ, достаточно отмѣтить, что на каждую частицу кальція, удаляемаго изъ воды реакціономъ на него известью, приходится въ отстойникахъ осадать по двѣ частицы кальція. Для уменьшенія объемовъ аппаратовъ, служащихъ для веденія процессовъ умягченія воды, приходится прибѣгать къ такимъ мѣрамъ, способствующимъ ускоренію прохожденія процессовъ, какъ подогреваніе очищаемой воды. Такова обстановка, съ которой приходится считаться въ распространенныхъ нынѣ системахъ, умягчающихъ воду содой и известью.

Попытки къ сокращенію надзора и контроля, требуемаго по самому существу дѣла, неизбежно влекутъ при процессахъ реакціономъ содой и известью, нежелательныя послѣдствія, такъ какъ нарушеніе соотвѣтственнаго введенія этихъ реагентовъ вызываетъ или повышеніе жесткости, или повышеніе щелочности въ очищенной водѣ.

Чѣмъ вдумчивѣе и детальнѣе желали предусмотрѣть конструкторы въ своихъ приборахъ, служащихъ для умягченія воды посредствомъ соды и извести, всѣ детали процесса очищенія воды, — тѣмъ сложнѣе получался ихъ приборъ.

Укажу на одинъ изъ наиболѣе разработанныхъ приборовъ, — на аппаратъ системы инженера Гинзбурга. Не вдаваясь въ детальное описаніе этого интересно спроектированнаго аппарата, отмѣчу только всю конструктивную его сложность, явившуюся неизбежнымъ слѣдствіемъ болѣе совершеннаго приспособленія прибора къ возлагаемой на него работѣ. Этотъ приборъ представляетъ изъ себя цѣлый рядъ механическихъ приспособленій: водоналивное колесо, колеса съ черпаками, черпаки для сбрасыванія порцій извести, промѣшватели горизонтальные и вертикальные, червячныя и зубчатыя передачи, вронки, поплавки, дроссельные клапана, краны, сѣтчатые процеживатели въ отстойникѣ, фильтрующіе слои въ сатураторахъ и въ отстойникѣ и т. п. Столь большая сложность прибора заставляетъ естественно призадуматься предъ его введеніемъ и дѣлаетъ его доступнымъ только для тѣхъ хозяйствъ, которыя располагаютъ всѣми средствами техническаго надзора за устраиваемой умягчительной установкой.

Если припомнить еще, что имѣется много мѣстъ, гдѣ установленныя умягчители содой и известью, той или иной системы, не удовлетворили требованіямъ практики, были замѣняемы другими, — а въ нѣкоторыхъ мѣстахъ и безъ всякой замѣны заброшены. Заброшены не потому, что предприниматели сомнѣвались въ пользѣ, приносимой удаленіемъ изъ воды питающей котлы ея накипеобразователей, а

только изъ соображенія, что перерасходы на топливо, вызываемые накипями, и операція чистки котловъ были, по ихъ мнѣнію, доступнѣе и менѣе хлопотливы, чѣмъ веденіе неустаннаго надзора за правильностью производства умягченія воды содой и известью. Если припомнить все это,—то вполне понятнымъ окажется, почему выдвинутый въ настоящее время въ Германіи чрезвычайно простой, оригинальный и общедоступный способъ, умягченія жесткихъ водъ посредствомъ цеолитовъ, привлекаетъ къ себѣ большое вниманіе.

Переходя къ описанію этого новаго способа, приходится прежде всего сказать, что такое представляютъ изъ себя „цеолиты“. Подъ „цеолитами“ подразумѣваютъ водные силикаты, которые, въ противоположность другимъ силикатамъ, легко растворимы въ кислотахъ, и которые въ большинствѣ случаевъ содержатъ такія основанія, — какъ калий, натръ, алюминій, а также магній. Соединенія эти обладаютъ цѣнной способностью отдавать свои основанія въ обмѣнные реакціи, замѣщая ихъ эквивалентно другими.

Это свойство цеолитовъ имѣетъ громадное значеніе въ земледѣліи, гдѣ усвояемость почвами удобреній приписывается, главнымъ образомъ, присутствію въ грунтахъ, хотя и въ деконцентрированномъ видѣ, естественныхъ цеолитовъ. Положимъ напр., что почва содержитъ кальціевые или магніевые цеолиты; при удобреніи такой почвы, напр. амміачными веществами или калиемъ, — эти удобряющіе почву элементы, аммоній и калий, задерживаются въ цеолитахъ, замѣщая въ нихъ въ эквивалентномъ количествѣ кальцій и магній. Задержанные такимъ способомъ почвами калий и аммоній легко уже отбираются растеніями. Если бы почвы не содержали въ себѣ естественныхъ цеолитовъ, то даваемая имъ удобренія въ большей мѣрѣ промывались бы въ глубь ихъ дождями и оставались бы неиспользованными. Обстоятельства эти давно установлены опытами надъ цеолитами, произведенными такими изслѣдователями, какъ Liebig, Th. Way, Mulder, Eichhorn, Rautenberg, Rümpler etc.

Новѣйшія работы и изслѣдованія по вопросу о цеолитахъ принадлежатъ автору описываемаго мною новаго способа умягченія жесткихъ водъ, посредствомъ предложенныхъ имъ искусственныхъ цеолитовъ,—профессору Роберту Гансъ, состоящему завѣдующимъ лабораторіей почвовѣдѣнія Королевскаго Геологическаго Института и Горной Академіи въ Берлинѣ.

Профессоръ Робертъ Гансъ нѣсколько уже лѣтъ работаетъ надъ изслѣдованіемъ и приготовленіемъ цеолита и опубликовалъ по этому вопросу рядъ своихъ работъ, списокъ которыхъ здѣсь привожу ¹⁾.

1) Dr. R. Gans. Zeolithe und ähnliche Verbindungen, ihre Konstitution usw. Jahrbuch der Königlichen Geologischen Landesanstalt und Bergakademie, Berlin. 1905, S. 179.

2) Dr. R. Gans. Konstitution der Zeolithe, ihre Herstellung und technische Verwendung. (Ebenda. 1906, S. 63—94).

Первыя работы профессора Ганса посвящены были изслѣдованію естественныхъ цеолитовъ. Въ результатѣ этихъ изслѣдованій профессоръ Гансъ занялся вопросомъ изготовленія искусственныхъ цеолитовъ, поставивъ при этомъ себѣ задачу выработать такіе цеолиты, которые обладали бы всѣми свойствами, способными дать имъ широкое поле практическаго примѣненія. Одна изъ послѣднихъ работъ профессора Ганса, опубликованная осенью 1907 г. въ томѣ 8-мъ „Извѣстій Королевскаго Учрежденія по испытанію питьевыхъ и сточныхъ водъ въ Берлинѣ“, подъ заглавіемъ: „Улучшеніе питьевыхъ и промышленныхъ водъ посредствомъ аллюминатъ-силикатовъ или искусственныхъ цеолитовъ“, излагаетъ уже непосредственно тотъ новый, предложенный профессоромъ Гансомъ, способъ примѣненія искусственныхъ цеолитовъ, которому я посвящаю свой докладъ.

Чтобы выяснитъ по возможности конституціонный составъ цеолитовъ и въ особенности вопросъ о характерѣ соединенія въ нихъ щелочныхъ или щелочно-земельныхъ металловъ съ аллюминіемъ и кремніемъ, профессоръ Гансъ прежде всего изслѣдовалъ слѣдующій рядъ встрѣчаемыхъ въ природѣ естественныхъ цеолитовъ: 1) десминъ изъ Исландіи, 2) шабазитъ изъ Богеміи, 3) стильбитъ изъ Исландіи, 4) натролитъ изъ Силезіи, 5) анальцитъ изъ Тироля и 6) апофиллитъ изъ Тироля. Изслѣдованія показали, что цеолиты эти обладаютъ обмѣнными способностями, не находящимися въ количественной пропорціонности съ ихъ составами; это навело профессора Ганса на предположеніе, что цеолиты имѣютъ различные конституціонные составы. Профессору Гансу удалось затѣмъ дѣйствительно доказать, что цеолиты раздѣляются по своему конституціонному составу на двѣ характерныя группы.

Первую группу цеолитовъ профессоръ Гансъ характеризовалъ краткимъ названіемъ „аллюминіевыхъ двойныхъ силикатовъ“ (Tonerdoppelsilicate). Особенностью конституціоннаго состава этой группы, по профессору Гансу, является связываніе въ нихъ щелочно-земельныхъ или щелочныхъ основаній, непосредственно съ кремніемъ,—что влечетъ за собою сравнительно очень слабую способность этихъ цеолитовъ отдавать свои основанія въ обмѣнныя реакціи.

3) Dr. R. Gans. Reinigung der Zuckersäfte von Kali usw. (Zeitschrift d. Deutschen Zuckerindustrie. 1907. Bd 57. Heft 613. Seite 206).

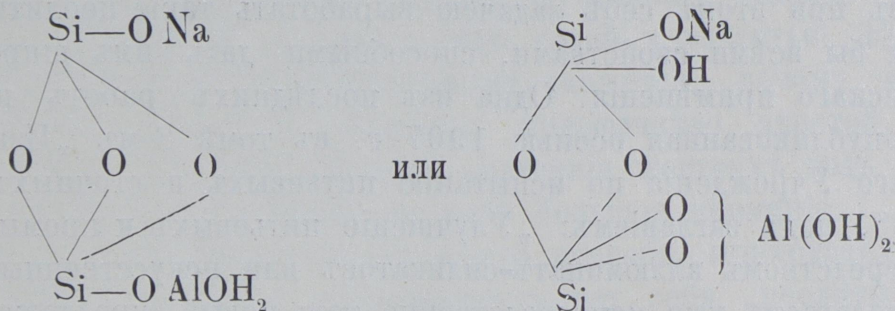
4) Dr. R. Gans. Verbesserung von Trinkwasser u. Gebrauchswasser für häusliche u. gewerbliche Zwecke durch Alluminat-Silicate oder künstliche Zeolithe. (Mitteilungen aus der Königlichen Prüfungsanstalt für Wasserversorgung u. Abwässerreinigung. Berlin. 1907. Heft 8).

5) Dr. R. Gans. Reinigung des Trinkwassers von Mangan durch Aluminat-silicate (Chemiker Zeitung 1907, N. 28).

6) Dr. R. Gans. Ueber die technische Bedeutung der Permutite (der künstlichen Zeolithartigen Verbindungen). Die Chem. Industrie XXXII N. 8, 190.

7) Dr. R. Gans. Die Mangan—Gefahr bei der Benutzung von Grundwasser zur Trinkwasserversorgung und deren Beseitigung. Berlin, 1910.

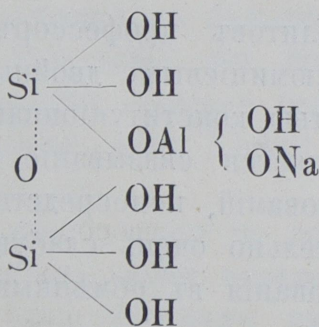
Структурную, предполагаемую, формулу цеолитовъ этой группы, напр. для натровыхъ цеолитовъ, профессоръ Гансъ выражаетъ слѣдующимъ образомъ:



Къ этой первой группѣ цеолитовъ, мало пригодныхъ для практическаго использованія ихъ, профессоръ Гансъ отнесъ естественные цеолиты-анальцимъ, натролитъ, и тѣ искусственные цеолиты, которые изготовлены были Rümpler'омъ, (впервые дѣлавшимъ попытки примѣненія полученныхъ имъ искусственныхъ цеолитовъ для химическаго очищенія сахарныхъ сироповъ).

Вторую группу цеолитовъ профессоръ Гансъ характеризовалъ названіемъ „аллюминатъ - силикатовъ“ (Alluminat-silicate). Характерной особенностью конституціоннаго состава этой группы является, по профессору Гансу, связываніе въ нихъ отдаваемыхъ въ обмѣнныя реакціи щелочно-земельныхъ или щелочныхъ основаній непосредственно съ аллюминіемъ; цеолиты этой группы обладаютъ сильной способностью легко отдавать свои основанія въ обмѣнныя реакціи.

Структурную предполагаемую формулу цеолитовъ этой группы, напр. для натровыхъ цеолитовъ, профессоръ Гансъ выражаетъ такъ:



Къ этой группѣ цеолитовъ, по своимъ свойствамъ пригодныхъ для практическаго примѣненія, профессоръ Гансъ относитъ естественные цеолиты-десминъ, стильбитъ, шабазитъ и искусственные цеолиты своего (профессора Ганса) изготовленія.

Для выясненія степени обмѣнной способности различныхъ цеолитовъ той и другой изъ вышеуказанныхъ группъ, привожу слѣдующую таблицу, составленную на основаніи анализовъ профессоромъ Гансомъ. Послѣ двухъ-дневнаго воздѣйствія на нижеперечисленные цеолиты,

взятые въ равныхъ количествахъ по вѣсу и равной крупности зеренъ, растворомъ хлористаго аммонія, констатировано было, что изъ этого раствора, содержащаго въ себѣ 129 милгр. азота, усвоены были цеолитами слѣдующія количества азота:

Апофиллитомъ	0 милгр.
Анальцимомъ	3,6 „
Нагролитомъ	29,1 „
Цеолитами Rümpler'a	30,0 „
Десминомъ	42,0 „
Стильбитомъ	47,0 „
Шабазитомъ	69,0 „
Искусств. цеолитами проф. Ганса	97,0 „

Такимъ образомъ изъ таблицы этой видно, что искусственные цеолиты профессора Ганса обладаютъ наиболѣе сильной обмѣнной способностью.

Естественные цеолиты, хотя и очень распространены въ природѣ, но разсѣяны, встрѣчаясь, главнымъ образомъ, какъ составная часть мергелевыхъ и глинистыхъ почвъ. Содержащія цеолиты почвы въ большинствѣ случаевъ богаты глиной, являющейся причиной образованія коллоидальныхъ мутныхъ растворовъ. Поэтому естественные цеолиты почвы, обладая малой водепроницаемостью, неудобопримѣнимы въ технику.

Искусственные цеолиты могутъ быть получаемы мокрымъ и сухимъ путями.

Цеолиты, получаемые мокрымъ путемъ черезъ воздѣйствіе растворомъ аллюминіевыхъ солей на щелочной силикатъ или на гидратъ кремневой кислоты, не пригодны для профильтровыванія черезъ нихъ, такъ какъ, получаясь въ видѣ очень мелкаго илоподобнаго осадка, они почти водонепроницаемы.

Цеолиты, предложенные профессоромъ Гансомъ, изготовляются, согласно его способу, сухимъ путемъ, въ печахъ, — сплавленіемъ глиноземныхъ силикатовъ съ углекислой щелочью, съ прибавленіемъ такого количества кварца, которое разлагаетъ всю углекислую щелочь. Въ результатъ такого способа приготовления получается, послѣ дробленія и выщелачиванія водою, зернистовидный продуктъ, — цеолитовый песокъ, — который, обладая большою способностью входить въ обмѣнные реакціи, легко пропускаетъ черезъ себя воду и другія жидкости.

Вслѣдствіе вышеуказанныхъ свойствъ, искусственные цеолиты профессора Ганса являются весьма подходящими для примѣненія ихъ на практикѣ въ тѣхъ цѣляхъ, для которыхъ они предназначаются.

Искусственные цеолиты профессора Ганса изготовляются въ Бер-

линѣ „Акціонернымъ О-вомъ И. Д. Рядель“ подь названіемъ „Пермутитъ“*) и имѣють слѣдующій составъ:

Окиси кремнія SiO_2	42,80%
Окиси алюминія Al_2O_3	23,12%
Окиси натра Na_2O	14,50%
Воды H_2O	20,17%

Такого рода продуктъ получается путемъ сплавленія: 3 частей каолина (глины), 3 частей кварцеваго песка и 12 частей соды, послѣ выщелачиванія сплава водой.

Въ продажу поступаетъ продуктъ съ нѣскольکو большимъ чѣмъ выше указано содержаніемъ воды (centrifugen — feuchte Ware), такъ какъ такой продуктъ лучше транспортируется.

* * *

Умягченіе жесткихъ водъ посредствомъ цеолитоваго песка совершается слѣдующимъ весьма простымъ способомъ. Жесткую воду фильтруютъ сквозь слой цеолитоваго песка, — и она обращается въ воду, умягченную до 0 градусовъ жесткости.

Обусловливается такое видоизмѣненіе химическаго состава воды тѣми самыми свойствами цеолитоваго песка, которыя уже отмѣчены были мною при описаніи этого продукта: отдаваемый въ обмѣнныя реакціи натръ, входящій въ составъ цеолитоваго песка, замѣщаетъ собою щелочно-земельные металлы — кальцій и магній, а также и другіе металлы, если они имѣются въ жесткой водѣ. Такимъ образомъ вода послѣ прохожденія ея чрезъ цеолитовый песокъ не содержитъ уже болѣе солей щелочно-земельныхъ металловъ, какъ двууглекислыхъ, такъ и сѣрнокислыхъ, обусловливающихъ ея жесткость, — а содержитъ въ себѣ, въ результатъ происшедшей обмѣнной реакціи, эквивалентное количество солей двууглекислаго и сѣрнокислаго натра. Какъ извѣстно присутствіе въ водѣ хорошо растворимыхъ солей натра не можетъ давать накипей и не дѣлаетъ воду жесткой. Щелочность воды при прохожденіи ея чрезъ цеолитовый песокъ не измѣняется, и ни въ какомъ случаѣ не можетъ вообще увеличиться, такъ какъ все сводится въ реакціи замѣщенія.

Прежде чѣмъ перейти къ изложенію болѣе детальнаго даннаго по разсматриваемому процессу, я демонстрирую предъ вами опытъ, который наглядно покажетъ эффектъ умягченія воды посредствомъ цеолитоваго песка.

Въ находящейся предъ вами вертикальной цилиндрической стек-

*) Примѣчаніе. Въ Россіи ихъ можно получать у Т-ва Нептунъ. Москва, Разгуляй 3.

лянной трубкѣ положенъ цеолитовый песокъ, слоемъ въ 25 сантиметровъ толщины. Для опыта умягченія заготовленъ въ бутылѣ растворъ гипса (т.-е. сѣрнокислаго кальція), сдѣланный на городской водопроводной водѣ; полученная такимъ образомъ жесткая вода, по произведенному опредѣленію, имѣетъ 103 град. нѣм. жесткости=184 град. франц. жесткости. Я наливаю эту жесткую воду въ трубку и профильтровываю ее такимъ образомъ черезъ слой цеолитоваго песка. Забѣряю при этомъ и скорость профильтрованія, наблюдениемъ времени по часамъ, и количество профильтрованной воды по мензурному стакану,—опредѣляю такимъ путемъ скорость фильтрованія, равную въ данномъ случаѣ, при пересчетѣ, около 7.000 миллиметрамъ въ часъ. Полученная послѣ профильтровыванія черезъ цеолитъ вода избавлена уже совершенно отъ жесткости, другими словами, жесткость ея равна приблизительно 0 градусовъ.

Чтобы наглядно констатировать это обстоятельство, воспользуюсь реактивомъ—растворомъ щавелево-кислаго аммонія (ammonium oxalatum), который при наличности въ водѣ кальція даетъ въ ней тотчасъ же муть, выпадающую ввидѣ бѣлаго осадка. Подбавляя въ эти два стакана,—изъ которыхъ въ одномъ жесткая вода, служащая для нашего опыта, а въ другомъ вода, прошедшая уже черезъ цеолитовый песокъ,—этого реактива, мы видимъ, что въ первомъ образовалась обильная бѣлая муть, а во второмъ вода осталась вполнѣ прозрачною, безъ какихъ бы то ни было признаковъ помутненія.

Такимъ образомъ, видно, что вода, прошедшая черезъ цеолитовый песокъ, быстрымъ и совершеннымъ путемъ лишена жесткости. Измѣненіе химическаго состава воды въ данномъ случаѣ такое же, какъ если бы мы реагировали на данную жесткую воду содою: сѣрнокислый кальцій замѣненъ сѣрнокислымъ натромъ.

Отмѣчу при этомъ, что въ опытѣ, демонстрированномъ предъ вами, я намѣренно поставилъ цеолитовый фильтръ въ самые тяжелыя и неблагоприятныя условія работы, такъ какъ: принялъ для опыта воду съ громадною жесткостью (103⁰ нѣм.), принялъ цеолитовый слой очень малой толщины (25 сант.), принялъ чрезвычайно большую скорость профильтровыванія черезъ цеолитовый слой жесткой воды (7.000 миллиметровъ въ часъ). Несмотря на всѣ эти, искусственно созданныя, возможно неблагоприятныя условія въ поставленномъ опытѣ умягченія воды,—процессъ умягченія прошелъ, какъ то было констатировано, въ вполнѣ совершенной формѣ.

Процессъ умягченія воды посредствомъ профильтровыванія ея черезъ цеолитовый песокъ весьма привлекателенъ и не сложенъ, но вѣдь цеолитовый песокъ постепенно истощаетъ свою способность умягчать воду по мѣрѣ замѣщенія въ немъ натра — кальціемъ, магниемъ, и т. п. изъ той жесткой воды, которая имъ умягчена.

Вопросъ этотъ естественно появляется у каждаго ознакомляющагося съ цеолитовымъ способомъ умягченія воды.

Дѣйствительно, по мѣрѣ уменьшенія содержанія въ цеолитовомъ пескѣ входящаго въ обмѣнныя реакціи натра, умягчающая способность его постепенно понижается. Это обстоятельство сказывается въ томъ, что фильтратъ, получаемый изъ цеолитоваго умягчителя, послѣ извѣстнаго времени работы, начинаетъ постепенно приобрѣтать извѣстную жесткость, сначала 1, 2, 3, а затѣмъ и болѣе градусовъ.

Но цеолитовый песокъ по мѣрѣ использованія его умягчающей способности не приходится ни выбрасывать, ни замѣнять новымъ. Цеолитовый песокъ обладаетъ цѣннымъ свойствомъ—легко возста-новлять послѣ истощенія свою способность умягчать воду, другими словами, легко регенерироваться. Процессъ регенераціи цеолитоваго песка заключается въ простомъ пропусканіи чрезъ него раствора поваренной соли, т.-е. хлористаго натра. Растворъ этотъ при про-фильтровываніи чрезъ цеолитовый песокъ вступаетъ съ нимъ въ об-мѣнную реакцію, при чемъ натръ изъ раствора поваренной соли замѣщаетъ въ регенерируемомъ цеолитовомъ пескѣ, полученные имъ изъ жесткой воды, кальцій, магній, —и элементы эти удаляются такимъ путемъ изъ цеолитоваго песка.

Послѣ пропусканія чрезъ истощившійся цеолитовый песокъ рас-твора поваренной соли, песокъ этотъ опять приобрѣтаетъ прежнюю умягчающую способность.

Такимъ образомъ, періодическими регенераціями цеолитоваго песка, все время поддерживается постоянная производительность цеолитоваго фильтра.

Перейдемъ теперь къ цифровому и болѣе детальному выясненію цеолитоваго процесса умягченія воды.

Послѣ ознакомленія съ печатными трудами о цеолитахъ профессора Р. Ганса, (списокъ ихъ приведенъ былъ выше), нами выписаны были изъ Берлина образцы искусственныхъ цеолитовъ профессора Ганса, и поставлены были спеціальныя опыты надъ ихъ изслѣдова-ніемъ. Опыты, произведенные сначала въ лабораторномъ размѣрѣ, подтвердили цѣнные свойства цеолитовъ и выяснили много интерес-ныхъ данныхъ. Для обсуждения и болѣе полнаго освѣщенія всѣхъ во-просовъ, связанныхъ съ примѣненіемъ цеолитовъ для практическихъ цѣлей, я посѣтилъ профессора Р. Ганса въ Берлинѣ, который лю-безно вошелъ въ разсмотрѣніе всѣхъ деталей дѣла. Тамъ же, въ Берлинѣ, мною осмотрѣна была установка цеолитовыхъ фильтровъ, устроенная для умягченія питательной воды при котлахъ большой фабрики. *)

*) Въ настоящее время въ Западной Европѣ устроено уже болѣе 100 цеолитовыхъ умягчительныхъ установокъ при крупныхъ промышленныхъ учрежденіяхъ, какъ то: элек-трическихъ станціяхъ, желѣзнодорожныхъ и омнибусныхъ стаяціяхъ; анилиновыхъ, хими-

Рядъ изслѣдованій цеолитовъ профессора Ганса, произведенныхъ въ Берлинѣ и въ Москвѣ, позволяетъ мнѣ въ настоящее время сообщить слѣдующія практическія цифровыя данныя, а также дополнительные соображенія, которыми можно руководствоваться, и на которыхъ можетъ базироваться расчетная сторона дѣла при устройствѣ цеолитовыхъ фильтровъ для умягченія воды.

Опредѣленіе количества цеолитоваго песка, требуемаго для цеолитовой умягчительной установки. Само собою разумѣется, что чѣмъ большее количество цеолитоваго песка положить въ фильтръ, устраиваемый для умягченія воды, тѣмъ большую толщину фильтрующаго цеолитоваго слоя мы можемъ получить (при той же скорости фильтрованія воды), и тѣмъ рѣже будутъ требоваться періодическія регенераціи цеолитоваго песка. Однако, экономическая сторона дѣла не всегда позволяетъ столь щедро и съ чрезмѣрными запасами проектировать цеолитовыя умягчительныя установки. Помимо значительнаго расхода на пріобрѣтеніе большихъ количествъ цеолитоваго песка, приходится считаться и съ значительными размѣрами, потребныхъ для выполненія такого рода установокъ, фильтровъ. Обстоятельства эти заставляютъ при устройствѣ цеолитовыхъ станцій основывать расчетъ количества цеолитоваго песка на требованіяхъ дѣйствительной необходимости.

Въ основу расчета слѣдуетъ принять такія данныя:

а) 1 килограммъ цеолитоваго песка достаточенъ для пониженія жесткости на 10 град. нѣм. кальціевыхъ (градусы магnezіальные при пересчетѣ на кальціевыя, условныя, надо для расчета умножать на два) для 1 : 6 куб. метра (т. е. приблизительно 13,3 ведеръ) воды.

б) Скорость фильтрованія воды чрезъ цеолитовый песокъ назначается отъ 1000 мм. въ часъ до 8000 мм. въ часъ, главнымъ образомъ въ зависимости отъ размѣра жесткости умягчаемой воды; такъ, при водѣ большой жесткости, напримѣръ, въ 100 град. нѣм., скорость фильтрованія можно принять въ 1000 мм. въ часъ, а при водѣ жесткости меньшей, напримѣръ въ 20 град. нѣм., можно принять скорость фильтрованія 2000 мм.—3000 мм. въ часъ.

в) Толщину слоя цеолитоваго песка въ фильтрѣ слѣдуетъ принимать равною не менѣе 0,65 метра (большая же толщина слоя не необходима, но полезна въ особенности при очень жесткихъ водахъ).

г) 1 куб. метръ цеолитоваго песка имѣетъ вѣсъ отъ 700 до 900 килогр. (смотря по крупности и по степени сухости продажнаго продукта).

е) Количество цеолитоваго песка въ фильтрѣ должно быть во всякомъ случаѣ для данной жесткой воды таково, чтобы регенерація

ческихъ, шоколадныхъ и др. фабрикахъ и при нѣсколькихъ паровыхъ прачешныхъ. Наибольшая изъ существующихъ цеолитовыхъ умягчительныхъ установокъ оборудована на 300 куб. метровъ воды въ часъ.

его требовалась не чаще, какъ разъ въ сутки; при такихъ условіяхъ, имѣя ввиду случаи 24-часовой ежесуточной работы фильтра, удобно имѣть два элемента фильтровъ, изъ которыхъ одинъ будетъ находиться въ работѣ, а другой въ регенерации. Промежутокъ времени между регенерациями обуславливается при расчетѣ умягчительной установки для данной жесткой воды, кромѣ приведеннаго соображенія, данными, приведенными въ четырехъ вышеизложенныхъ пунктахъ (а, b, с, d).

Примѣръ. Приведемъ, для болѣе нагляднаго уясненія изложеннаго способа расчета цеолитоваго фильтра, примѣрный расчетъ для частнаго случая. Предположимъ, что требуется умягчительная цеолитовая установка, для умягченія ежесуточно по 100 куб. метровъ воды, имѣющей 30 град. нѣм. жесткости (изъ которыхъ 20 град. обуславливаются кальціемъ, а 10 град.—магніемъ).

Количество цеолитоваго песка, потребнаго для умягченія отъ регенерации до регенерации, 100 куб. метровъ воды на $20 + (10 \times 2) = 40$ град. нѣм. жесткости, получаемъ изъ расчета (см. пунктъ а):

0,16 куб. метра воды жесткостью 10 град. нѣм. требуютъ 1 килогр. цеолитоваго песка.

100 куб. метровъ воды жесткостью 40 град. нѣм. требуютъ X килогр. цеолитоваго песка.

Отсюда

$$X = \frac{1 \times 100 \times 40}{0,16 \times 10} = 2500 \text{ килограммамъ.}$$

Опредѣлимъ, какой толщинѣ слоя въ фильтрѣ (имѣющаго форму цилиндра) соответствовало бы такое количество цеолитоваго песка. Принимая, для данной жесткости воды въ 30 град. нѣм., скорость фильтрованія въ 2000 мм.—2 метр. въ часъ, выясняемъ діаметръ (d) необходимаго фильтра изъ равенства:

$$\frac{\pi \cdot d^2}{4} \times 2 = \frac{100}{24}; \quad d = 1,63 \text{ метра.}$$

Принимая вѣсъ 1 куб. метра цеолитоваго песка въ 900 килогр., выясняемъ, что при діаметрѣ фильтра въ 1,63 метра, цеолитовый песокъ, загруженный въ него въ количествѣ 2500 килогр., образуетъ слой толщиной (h) въ:

$$h = \frac{2500}{900} : \frac{\pi \cdot 1,63^2}{4} = 1,34 \text{ метра.}$$

Видимъ, что толщина цеолитоваго слоя получилась не менѣе назначеннаго минимума въ 0,65 метра.

Такимъ образомъ мы опредѣлили, что для рассматриваемаго случая, съ принятіемъ ежесуточной регенерации фильтра, достаточно имѣть фильтръ діаметромъ въ 1,63 метра съ загрузеніемъ въ него 2500 килогр. цеолитоваго песка.—При безостановочной работѣ такой умяг-

чительной установки слѣдуетъ поставить два такихъ фильтра, одинъ изъ которыхъ будетъ находиться въ работѣ, а другой въ регенераціи.

Возможно рассчитывать водоумягчитель и безъ второго элемента его, если рассчитывать его работу на 16 часовъ въ сутки, а 8 часовъ ежесуточно оставлять на регенерацію, дѣлая соотвѣтственнаго объема запасный бакъ для мягкой воды.

Если бы мы пожелали установить умягчительную установку, считавъ ее на регенерацію по одному разу въ недѣлю, (такую цеолитовую установку я имѣлъ случай видѣть въ Берлинѣ), то это потребовало бы только приобрѣтенія въ 7 разъ большаго количества цеолитоваго песка и развитія размѣровъ фильтровъ.

Опредѣленіе количества поваренной соли, необходимой для регенераціи цеолитоваго песка, и наивыгоднѣйшая форма веденія ея.

Въ цеолитовыхъ станціяхъ при котельняхъ можно рекомендовать относить регенерацію цеолитоваго песка къ тому времени, когда вода выходящая изъ цеолитоваго фильтра приобрѣла уже 2—3 градуса нѣм. жесткости. Какъ выяснено практикою, вода жесткостью въ 2—3 градуса нѣмецкихъ не даетъ еще накипей въ котлахъ, а потому предпринимать регенерацію цеолитоваго песка ранѣе чѣмъ фильтратъ, получаемый сначала около 0 градусовъ жесткости, достигнетъ 2—3 градуса нѣм. жесткости было бы излишне.

Для расчета необходимаго количества поваренной соли слѣдуетъ руководиться слѣдующими соображеніями. Извѣстны составъ и жесткость умягчаемой воды, а также общее количество воды, умягченной цеолитовымъ пескомъ; отсюда можно вычислить общее количество кальція и магнія, перешедшихъ изъ жесткой воды въ составъ цеолитоваго песка. Затѣмъ все количество кальція и магнія можетъ быть пересчитано эквивалентно на натръ, т. е. другими словами, можетъ быть выяснено, какое потребуется теоретическое количество натра, чтобы весь цеолитовый песокъ вновь обратить въ натровый. Полученное изъ такого расчета количество натра пересчитывается на хлористый натръ, т. е. на поваренную соль. Для того, чтобы реакція замѣщенія при регенераціи могла имѣть мѣсто въ достаточно полной мѣрѣ, необходимо, — какъ то показала практика, — брать для регенераціи, избыточное, противъ теоретически расчетнаго, количество поваренной соли, а именно: слѣдуетъ брать поваренной соли въ количествѣ въ 4 раза больше, чѣмъ опредѣляется вышеизложеннымъ теоретическимъ вычисленіемъ.

Поваренная соль должна быть отвѣшена въ сухомъ видѣ и растворена предпочтительно въ мягкой водѣ (холодной или горячей по желанію). Наболѣе выгодныя концентраціи раствора поваренной соли для производства регенераціи цеолитоваго песка, какъ то выяснили обстоятельные опыты, 5%—10%.

Процессъ регенераціи состоитъ въ пропусканиі заготовленнаго раствора поваренной соли черезъ цеолитовый песокъ, со скоростью фильтрованія около 500 миллиметровъ въ часъ. *= 50 м/ч*

Послѣ пропусканиа чрезъ цеолитовый песокъ раствора поваренной соли, слѣдуетъ пропустить чрезъ него нѣкоторое количество воды, чтобы промыть его отъ остатковъ регенераціоннаго раствора.

При первой регенераціи цеолитоваго песка умягчающая способность его уменьшается, на 20—25%; послѣ же этого, и при всѣхъ послѣдующихъ регенераціяхъ, она остается уже постоянною — неизмѣнною. Долженъ добавить при этомъ, что потеря въ 20—25% умягчающей способности цеолитоваго песка, наблюдаемая послѣ первой регенераціи, учтена уже была мною выше, при приведеніи цифръ, опредѣляющихъ продуктивность цеолитоваго песка.

Эта извѣстная потеря продуктивности песка, наблюдаемая послѣ первой регенераціи, обусловливается возможнымъ сокращеніемъ расхода поваренной соли на регенераціи. Произведеннымъ нами опытомъ констатировано было, что при пропусканиі чрезъ регенерируемый цеолитовый песокъ гораздо большихъ, чѣмъ то рекомендовано было выше, количество раствора поваренной соли, удавалось поднять продуктивность этого песка до первоначальныхъ размѣровъ, т. е. возстановлять опять утраченные 20—25% продуктивности. Чрезмѣрные расходы поваренной соли на регенераціи невыгодны однако съ экономической стороны, а потому является болѣе рациональнымъ считаться съ потерей въ 20—25% продуктивности цеолитоваго песка, расходуя на регенераціи поваренную соль лишь въ выясненномъ мною выше болѣе экономичномъ размѣрѣ.

Экономическая сторона дѣла устройства цеолитовыхъ умягчительныхъ станцій. Расходъ на устройство цеолитоваго фильтра составляетъ изъ первоначальныхъ затратъ на приобрѣтеніе должнаго количества цеолитоваго песка и тѣхъ желѣзныхъ резервуаровъ, въ которые загружается этотъ песокъ. Опредѣленіе потребнаго для того или иного случая количества цеолитоваго песка выяснено уже было мною выше. Что касается до цѣны цеолитоваго песка, то она опредѣляется въ настоящее время равною около 18 руб. за 1 пудъ этого продукта въ Москвѣ (въ этой стоимости пошлина составляетъ 4 руб. съ пуда), для цеолитоваго песка той обмѣнной способности, которая выяснена выше (т. е. равна отъ 1,8% до 2% считая на CaO); цѣна песка большей обмѣннo-способности — нѣсколько выше.*

Стоимость самихъ приборовъ фильтровъ, представляющихъ желѣзные резервуары, находится въ прямой зависимости отъ того или иного требуемаго размѣра ихъ (опредѣленіе этого размѣра указано было мною выше) и легко поддается для каждаго даннаго случая опредѣленію.

* въ настоящее время цѣна на цеолита 22 руб. пудъ Франко Москва

Что касается до расхода по эксплуатации цеолитоваго умягчителя, то онъ, какъ я указалъ уже, сводится къ расходу на поваренную соль, требующуюся для періодическихъ регенерацій цеолитоваго песка. Стоимость поваренной соли колеблется у насъ въ Россіи отъ 5 коп. до 30 коп. (рѣдко болѣе) за пудъ, главнымъ образомъ въ зависимости отъ удаленности того или другого мѣста покупки ея отъ мѣста ея добыванія. Если принять даже тотъ неблагопріятный случай, гдѣ за поваренную соль приходится платить по 30 коп. съ пуда, эксплуатационный расходъ и въ этомъ случаѣ былъ бы не болѣе, чѣмъ тотъ, который имѣлся бы, если бы умягченіе воды производилось посредствомъ реагирования содою. Дѣйствительно, подсчитывая по атомнымъ вѣсамъ, мы видимъ, что какъ сода (Na_2CO_3), такъ и поваренная соль (NaCl) содержатъ около 40% натра; но натръ изъ соды практически почти весь можетъ быть расходуемъ на умягченіе воды, а натръ изъ поваренной соли, идущей на регенерацію цеолитовъ, при данномъ положеніи этого дѣла, используется лишь въ размѣрѣ около 25%. Стоимость кальцинированной соды въ Москвѣ около 1 р. 20 к. за пудъ, а стоимость эквивалентно необходимаго количества поваренной соли, равнаго около 4 пудовъ, выражается тоже $4 \times 30 = 1$ р. 20 к. Какъ видно эксплуатационные расходы для того и другого случая равны. Въ тѣхъ же мѣстахъ, гдѣ поваренная соль, напримѣръ, въ два раза дешевле, и стоитъ по 15 к. за пудъ, — эксплуатационный расходъ по цеолитовому способу умягченія воды становится въ два раза меньшимъ. Изъ вышеприведенныхъ цифровыхъ данныхъ видно, что, вмѣстѣ со всей привлекательностью и удивительной несложностью цеолитоваго способа умягченія жесткихъ водъ, онъ по стоимости является вполне доступнымъ и выгоднымъ.

Перейду теперь къ изложенію нѣкоторыхъ обстоятельствъ, которыя слѣдуетъ имѣть въ виду при устройствѣ цеолитовыхъ станцій для умягченія воды.

Прежде всего скажу, что обязательнымъ условіемъ долговѣчной и постоянной продуктивности цеолитоваго песка, является предохраненіе его отъ какихъ бы то ни было механическихъ загрязненій, такъ какъ, если бы частицы цеолитоваго песка обволоклись какой бы то ни было грязью, то регенерація ихъ воздѣйствіемъ поваренной соли не могла бы уже идти вполне успѣшно. Въ случаяхъ артезианскихъ жесткихъ водъ, которыя преимущественно приходится умягчать, механическія взвѣшенные примѣси встрѣчаются вообще очень рѣдко, но встрѣчаются случаи хлопьевиднаго отложенія въ такихъ водахъ, при полученіи ихъ изъ скважинъ, солей окиси желѣза, а также иногда и хлопьевиднаго отложенія углекислыхъ солей кальція и магнія (получающихся при выдѣленіи изъ воды свободной углекислоты). Для всѣхъ случаевъ, гдѣ возможно присутствіе въ умягчаемой водѣ тѣхъ

или иныхъ взвѣшенныхъ веществъ; необходимо выдѣленіе ихъ до поступления воды на цеолитовый фильтръ, посредствомъ предварительнаго песчанаго фильтра.

Въ случаяхъ, гдѣ умягчаемая вода обладаетъ очень большой щелочностью (свыше 30° нѣмецкихъ), и гдѣ требуется пониженіе этой щелочности, —наиболѣе удобной формой въ цеолитовыхъ умягчительныхъ станціяхъ устраиваемыхъ при котлахъ, является пропусканіе умягчаемой воды, предъ цеолитовымъ фильтромъ, чрезъ особый подогреватель-кипяильникъ (такіе подходящіе спеціальныя аппараты, для устраниенія двууглекислыхъ солей подогреваніемъ, изготовляются разныхъ типовъ американскими фирмами). чѣмъ достигается требуемое, въ такихъ случаяхъ, почти полное устраниеніе щелочности.

Изложивъ вышеприведенный рядъ данныхъ о дѣйствии цеолитоваго песка, какъ умягчителя жесткихъ водъ, я позволяю себѣ въ этомъ же моемъ докладѣ отмѣтить, что искусственные цеолиты профессора Р. Ганса имѣютъ и многія другія практическія приложенія. Особенное вниманіе удѣляется имъ въ послѣднее время въ Германіи въ сахарной промышленности, въ дѣлѣ очищенія сахарныхъ сироповъ. Сахарную мелассу, изъ которой больше не можетъ выкристаллизовываться сахаръ, вслѣдствіе большого содержанія въ ней солей калия и натра, фильтруютъ, разбавивъ ее водою, чрезъ кальціевый цеолитъ; этимъ процессомъ удается замѣщать въ мелассѣ большую часть калия, а также и значительную часть натра, кальціемъ, и полученный продуктъ пріобрѣтаетъ способность вновь выкристаллизовывать изъ себя сахаръ.

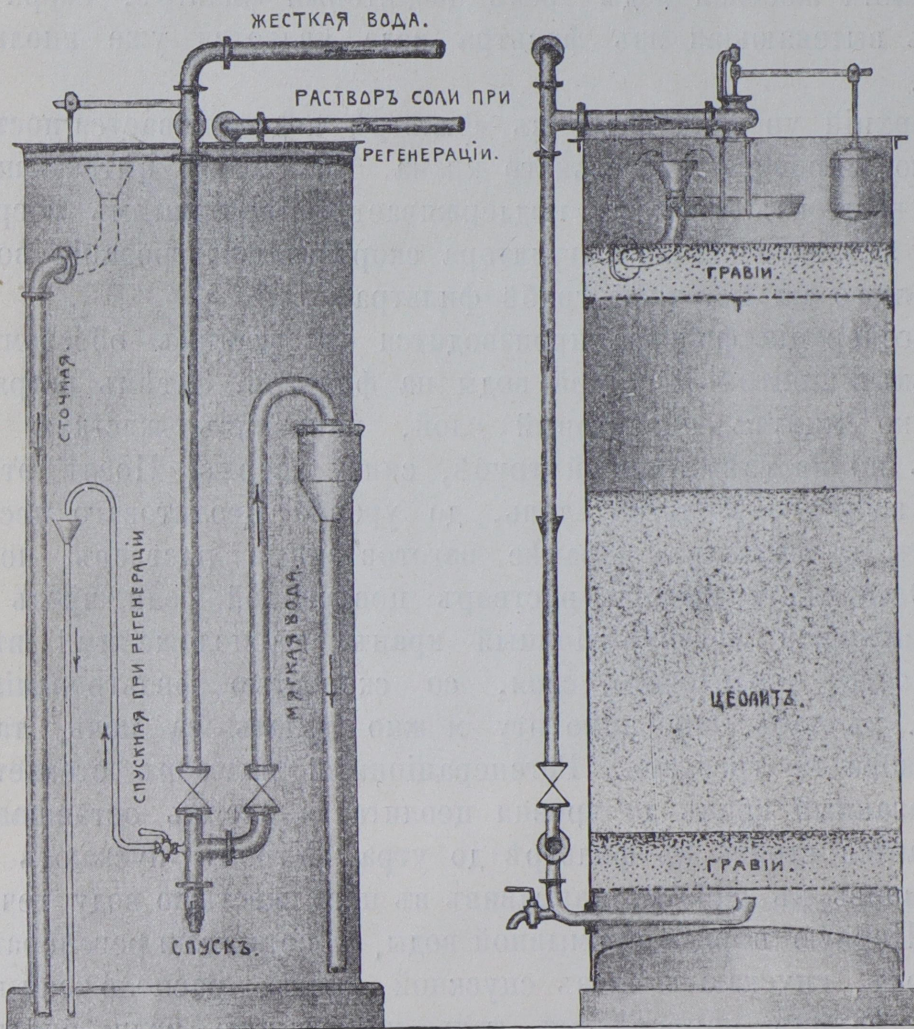
Такимъ образомъ, цеолитовый песокъ даетъ возможность практическаго использованія его свойства легко вступать въ обмѣнныя реакціи, не только для измѣненія химическаго состава воды, но и для измѣненія химическаго состава другихъ жидкостей.

Отмѣчу особо, что достиженіе посредствомъ цеолитоваго способа нуля градусовъ жесткости въ умягченной водѣ даетъ, во многихъ случаяхъ, болшее преимущество этому способу умягченія предъ другими способами умягченія, гдѣ въ лучшемъ случаѣ (при пагрѣвѣ воды) умягченная вода имѣетъ 3—5 градусовъ франц. жесткости.

Полученіе умягченной воды съ 0 град. жесткости въ особенности важно для красильныхъ фабрикъ, гдѣ полное умягченіе принимаемой воды имѣетъ, какъ то выяснила практика, настолько большое значеніе, что уже для цѣлага ряда крупныхъ фабрикъ въ Германіи, Франціи, Швейцаріи и Италіи, имѣвшихъ уже станціи умягченія воды посредствомъ соды и извести, умягчавшихъ воду до 3—5 франц. градусовъ жесткости, спеціально устроены теперь уже новыя дополнительные цеолитовыя умягчительныя станціи, для умягченія воды съ 3—5 франц. градусовъ жесткости до 0 град. жесткости.

Для прачешныхъ вопросъ о примѣненіи воды съ 0 град. жесткости имѣеть тоже важное значеніе, вслѣдствіе бѣлизны и чистоты получаемого при этомъ условіи бѣлья, и вслѣдствіе сбереженія при этомъ мыла, выражающагося, по Германскимъ даннымъ, въ размѣрѣ 125 граммъ обыкновеннаго мыла на каждый 1 нѣм. градусъ жесткости, на 1 куб. метръ воды.

Въ заключеніе моего доклада приведу два изображенія цеолитовыхъ фильтровъ.



Фиг. 1.

Изъ рисунка 1-го видно, что цеолитовый фильтръ представляетъ изъ себя металлическій, цилиндрической резервуаръ. Въ резервуарѣ этомъ расположены надъ нижнимъ его днищемъ, два дырчатыхъ днища (съ отверстиями діаметромъ въ 3 мм.). На нижнемъ дырчатомъ днищѣ располагается слой гравія, крупностью въ 3,5 мм.—5 мм., толщиною около 300 мм., на этомъ поддерживающемъ слоѣ гравія располагается слой цеолитоваго песка, толщиною отъ 650 мм. до 1500 мм. (смотря по расчету, для того или иного случая). На верх-

11952

БИБЛИОТЕКА
Белорусскаго
института инженеров
железнодорожнаго
транспорта

ПОРАТЪЕНО
ПРОБЪ ПУТЕЙ СОСНЦА

неме дырчатомъ днищѣ располагается слой гравія такой же толщины и вверху, какъ и на нижнемъ дырчатомъ днищѣ. Для случаевъ, гдѣ водоумягчительный фильтръ обслуживаетъ воды, содержащія значительныя количества свободной углекислоты, вмѣсто простого кварцеваго гравія, на верхнее дырчатое днище располагается гравій надробленный изъ мрамора—который поглощаетъ свободную углекислоту изъ воды.

Процессъ водоумягченія заключается въ простомъ самотечномъ пропусканіи жесткой воды чрезъ цеолитовый фильтръ, сверху внизъ, причемъ вытекающая изъ фильтра вода является уже вполне умягченною.

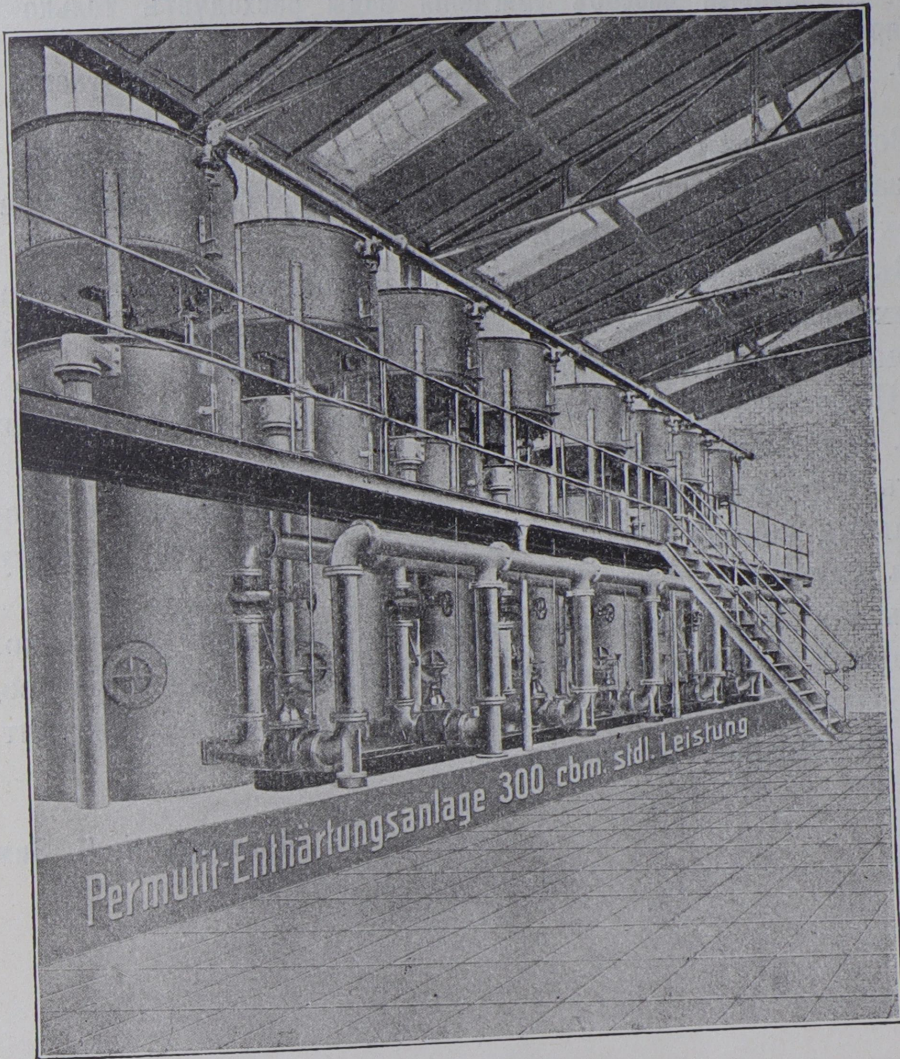
Верхній уровень воды въ фильтрѣ поддерживается постояннымъ помощью шарового-дроссельнаго крана. Количество вытекающей умягченной воды изъ фильтра поддерживается постояннымъ посредствомъ особаго автоматическаго регулятора скорости фильтрованія воды, расположеннаго на источной трубѣ фильтра.

Регенерация фильтра производится слѣдующимъ образомъ. Оставивъ притокъ жесткой воды на фильтръ. Затѣмъ встряхиваютъ нѣсколько минутъ цеолитовый слой, направивъ жесткую воду въ фильтръ по соответственной трубѣ, снизу вверхъ. Послѣ этого спускаютъ воду изъ фильтра течъ, до уровня цеолитоваго песка, и напускаютъ въ фильтръ заранее заготовленный растворъ поваренной соли. Оставляютъ протечъ растворъ поваренной соли чрезъ фильтръ чрезъ спускной регенерационный кранъ, расположенный въ уровнѣ поверхности цеолитоваго слоя, со скоростью фильтрованія около 500 мм. въ часъ. Операцию эту можно дѣлать за ночь, такъ какъ она надзора не требуетъ. Регенерационный растворъ стекаетъ чрезъ вышеуказанный кранъ до уровня цеолита, а затѣмъ оставшая часть его остается стоять въ фильтрѣ до утра. Утромъ пускаютъ водоумягчитель вновь въ работу, направивъ въ него жесткую воду течъ сверху внизъ. Первую порцію промывной воды, съ остатками регенерационныхъ растворовъ, спускаютъ чрезъ спускной кранъ, расположенный внизу фильтра, затѣмъ направляютъ течъ умягченную воду опять, чрезъ регуляторъ скорости фильтрованія воды, въ резервуаръ для мягкой воды.

Въ этомъ и заключается весь несложный уходъ за цеолитовымъ водоумягчителемъ, сводящійся къ нѣсколькимъ механическимъ манипуляціямъ (открываніе и закрываніе вентилей) при производствѣ регенераций фильтра; во время же процесса самого умягченія воды, цеолитовый водоумягчитель не нуждается буквально ни въ какомъ надзорѣ и уходѣ.

Рисунокъ 2-ой представляетъ изъ себя фотографическое изображеніе одной изъ наибольшихъ цеолитовыхъ водоумягчительныхъ уста-

новоу сдѣланныхъ въ Германіи, отвѣчающей производительности 300 куб. метр. воды въ часъ.



Фиг. 2.

Подводя итоги всему вышеизложенному, резюмирую кратко особенности новаго способа умягченія воды посредствомъ цеолитовъ:

1. Цеолитовый способъ отличается чрезвычайной простотой, какъ устройства, такъ и пользованія имъ.
2. Цеолитовый способъ обеспечиваетъ совершенное, полное и постоянное умягченіе воды.
3. Цеолитовый способъ исключаетъ возможность порчи воды реагентами, какъ то часто случается въ другихъ системахъ умягченія
4. Цеолитовый способъ обеспечиваетъ получение одинаково совершеннаго умягченія воды, независимо отъ тѣхъ колебаній, которыя могутъ происходить въ химическомъ составѣ умягчаемой воды.
5. Цеолитовый способъ не требуетъ подготовленія и дозированія умягчительныхъ реагентовъ, не требуетъ также и неустаннаго надзора за химической стороною дѣла.
6. Цеолитовый способъ умягченія не даетъ ни хлопьевъ, ни осадковъ,

устраненіе которыхъ въ другихъ системахъ всегда представляетъ значительныя затрудненія.

7. Цеолитовый процессъ умягченія воды идетъ при всякой температурѣ.

8. Цеолитовый способъ умягченія воды расходуетъ только поваренную соль—продуктъ вездѣ легко получаемый.

9. Цеолитовый способъ по стоимости своей вполне доступенъ.

Всѣ эти важныя преимущества цеолитоваго способа умягченія воды заставляютъ полагать, что способъ имѣетъ громадное значеніе для техники и промышленности.

Въ настоящее время за-границей осуществлено уже болѣе 100 цеолитовыхъ водоумягчительныхъ установокъ. Наибольшая установка (въ г. Бременѣ) оборудована на умягченіе 300 куб. метровъ воды въ часъ. Имѣется рядъ вполне благопріятныхъ отзывовъ о работѣ цеолитовыхъ водоумягчителей.

Въ Германіи, Франціи, Австро-Венгрии и Англіи образованы уже спеціальныя компаніи для распространенія цеолитоваго (пермутитоваго) способа умягченія воды.

Въ Россіи въ настоящее время осуществлено уже около десяти цеолитовыхъ установокъ. Цеолитовый способъ умягченія воды вызываетъ большой интересъ, и нѣтъ сомнѣній, что онъ получитъ у насъ въ Россіи широкое распространеніе.

Инженеръ Н. Н. Зиминъ.