

628.1.

Б-43

Інж. Н. В. БЕЛЕЛЮБСЬКИЙ

2

# В ОДОПОСТАЧАННЯ

ДВОУ

ТЕХНІЧНЕ ВИДАВНИЦТВО

6195

РОБІТНИЧА БІБЛІОТЕКА  
СЕРІЯ ЕНЕРГЕТИКА

Инж. Н. В. БЕЛЕЛЮБСЬКИЙ

628.1

Б-43

# ВОДОПОСТАЧАННЯ

перевірено  
1963 г.

6195

Ска



ДВОУ. ТЕХНІЧНЕ ВИДАВНИЦТВО  
ХАРКІВ 1931 ОДЕСА



## I. Вода

Постачати людині добру питну воду є річ першорядної ваги, бо це безпосередньо зв'язано з питаннями охорони здоров'я і загального піднесення культурно-побутових умов життя. Число водогонів у СРСР з року на рік більше, але й дотепер їх далеко не вистачає.

За джерела водопостачання можуть правити:

1. Підземні води, що скупчуються в різних верствах землі й виходять на земну поверхню у формі джерел або добувають їх через колодязі й свердловини, що їх штучно на це збудували.
2. Поверхневі води, тобто води струмків, річок і озер.
3. Атмосферні води, що вони у формі дощу і снігу падають на земну поверхню.

Питна вода повинна відповідати багатьом вимогам:

1. Вода повинна бути прозора і, якомога безбарвна, без ніякого стороннього запаху й смаку.
2. Вода не повинна мати в собі ніяких речовин, що вони хоч би трохи зле впливали на здоров'я людини або ж стояли на заваді вживанню води на готування страв, у хатній обіхідці або в промисловості, або призводили до руйнування чи забруднення мережі, резервуарів і водомірів.
3. Очищена вода не повинна мати в собі хороботворчих мікроорганізмів, як от: бактерій тифу, холерних вібріонів тощо.

## II. Призначення водогону

Вимоги, що їм повинен відповідати водогін. Загальне розташування водогінних споруд—різні схеми водогонів.

Водогін, загалом беручи, є така цілокупність сполучених поміж собою суціль споруд, що мають за свою мету поста-

чати за найменших витрат залюдненому місцю (місту, містечку, селу, промислового закладові тощо) досить і задовільної якості воду, використовуючи на цю потребу як природні властивості води (гідравлічні, фізичні, хемічні), так і ті можливості, що їй дає сучасна техніка щодо добування води, очищення її, хоронення, піднесення і розподілу. Як знати з самої назви водо-провід, істотну вагу в водопроводі має саме проведення води, а це роблять трубами або каналами з різних матеріалів. Якщо вода в трубі тече через природний спад труби, то трубопровід звуть самотоковий.

Залежно від спаду і кількості води і перекрою труби самотоковий трубопровід може бути напірний, тобто такий, що в ній вода тисне на стінки труби, або ненапірний, що в ній вона не тисне на стінки труби.

Звичайно самотокові трубопроводи з напором звуть напірні самотокові трубопроводи, а самотокові трубопроводи без напору — просто самотокові. Вода в трубопроводі може текти і проти напряду природного спаду, коли треба нагнічувати її смоками; у таких разі матимемо смоковий напірний трубопровід, що його звичайно звуть напірний. Напірні трубопроводи, як самотокові, так і смокові, завжди роблять круглого перекрою. Ненапірні самотокові трубопроводи роблять як круглого, так і не круглого (квадратового, прямокутного, лотокового та ін.) перекрою. Самотокові ненапірні трубопроводи не круглого перекрою можуть бути закриті чи відкриті, в останньому разі їх звуть канали. Вода в напірнім трубопроводі (як смоковім, так і самотоковім) є під тисненням—напором, але частину цього напору втрачається на тертя в трубопроводі води об стінки труб, частину ж (так званий вільний напір скористовують на піднесення води в будинки залюдненого місця, гасіння пожарів та ін.). Видима річ, що як частину напору втрачається на тертя, то по дальших од смоковні пунктах напір є менший, ніж по ближчих. У самотокових напірних трубопроводах явище маємо інше, бо в кожній точці трубопроводу вода є під тисненням повищого стовпа води, і, отже, що нижча точка трубопроводу, то напір більший.

Водогін складається в основному з таких частин:

1) споруд на приймання (забір) води—водоприймачі за во-

доставання з річок, озер, ставів та інше і водозбірних споруд—трубчастих, шахтових колодязів, артезійських свердловин,

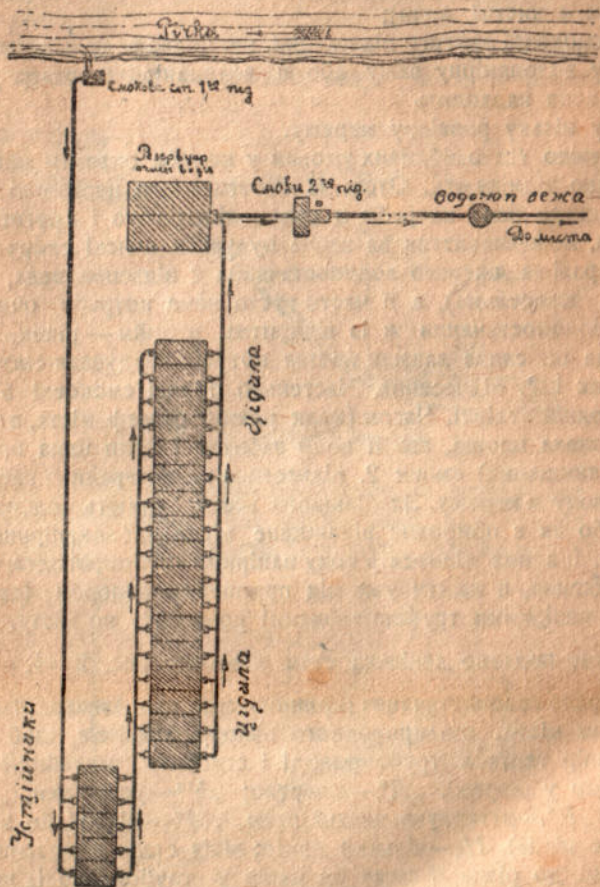


Рис. 1.

вин, поземних галерій, каптажних джерельних камер—за водопостачання підземними водами;

2) смоковні першого піднесення, що підносять воду на споруди очищати воду.

3) очисних споруд (устійників, цідил та ін. збирального резервуара чистої води);

4) смоковні другого піднесення, що подає воду під напором

5) у водонапірну вежу або в водонапірний резервуар, а звідси вода надходить

6) у міську розвідну мережу.

Залежно від особливих умовин у кожному окремім випадку, схему цю відмінюють. Отож за самотокового напірного водогону видимо нема потреби в смоковні першого і другого піднесення, може виявитися за зайве будувати очисні споруди, бо в таких разі за джерело водопостачання є підземна вода, (прикладом, джерельна), а її часто-густо нема потреби очищати.

За водопостачання ж із відкритих водойм — річок, озер, ставів та ін. сливе завжди постає потреба будувати смоковню як 1. так і 2. піднесення. Частенько обидві смоковні з'єднують в одній будівлі. Часом (коли рівний рельєф міста, а також коли чимала площа, що її воно забирає і коли нема природного підвищення) смоки 2. піднесення безпосередньо насмоковують воду в мережу. Здебільшого все ж будують водонапірну вежу або як є природне підвищене місце — водонапірний резервуар, і в них підносять воду напірним трубопроводом смоки 2. піднесення, а звідти уже під природним напором (самотоковими напірними трубопроводами) розводять по місту.

Нижче подаємо декілька схем водогону рис. 2—4.

Джерело водопостачання (криниця, став та ін.) знаходиться так вище над місто, що природного напору вистачає, щоб перемагати опір тертя в трубопроводі і створити потрібний вільний напір у мережі. „Д“ — джерело; „У“ — устійники, „Ц“ — цідила, „Р“ — резервуар чистої води, „М“ — місто (або взагалі заселене місце).  $H_0$  — вільний напір; лінія статичного напору — лінія, що до рівня її сягав би напір у трубопроводі, коли б вода була в стані супокою (а не в русі). Лінія динамічного напору — лінія, що дає існу височини напору в кожному місці трубопроводу, беручи по прямовису від трубопроводу до лінії динамічного напору. Різниця рівнів обох ліній дають височи-



ню напору, що її втрачається на тертя в трубопроводі в повищій ділянці.

У даній схемі (рис. 3) водонапірна вежа розташована перед містом, що йому постачають воду. Часом її розташову-

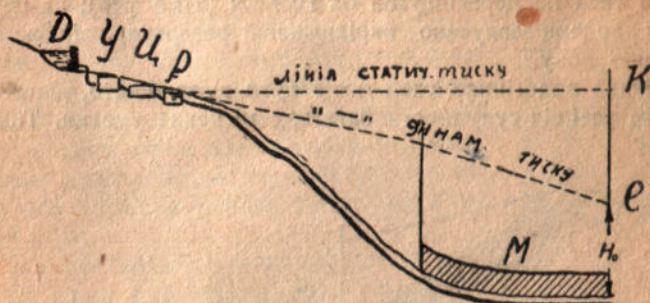


Рис. 2. Самотоковий водогін.

ють посередині або на другім боці міста, в останньому разі її звуть контр-резервуар; тоді трубопровід, що йде від смоків до резервуара одним ходом, розводить воду по місту. Якщо

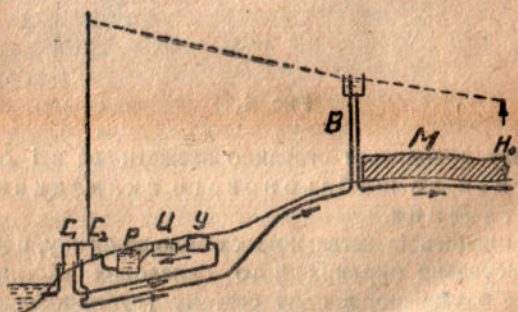


Рис. 3. Смоковий водогін:  $c_1$ —смок 1 піднесення;  $c_2$ —смок 2 піднесення; У—устійники; Ц—цідила; Р—резервуар чистої води; В—водонапірна вежа; М—заселене місце.

є природне підвищення, водонапірну вежу замінюють водонапірним резервуаром.

Схема 3 (див. рис. 4) — випадок коли місто, що йому постачають воду, лежить на місцевості гостро виявленого рельєфу. Територія міста поділена на дві зони живлення (горішню й долішню) так, щоб у розвідній мережі кожної зони гідравлічний тиск не перевищував би 10 атм (атмосфер); на це між двома зонами залучено вирівняльний резервуар, він живить долішню зону.

Різних водогінних схем може бути дуже багато, залежно в кожнім разі від сукупності багатьох місцевих умовин. Тим то

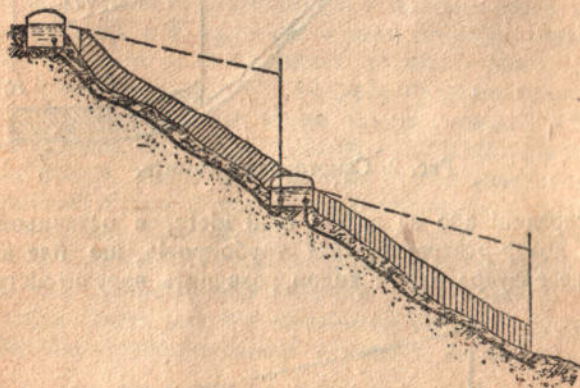


Рис. 4.

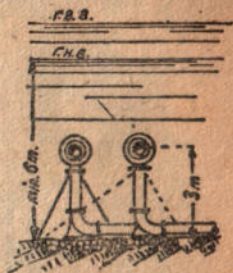
кожного разу доводиться старанно зважати на всі обставини і не братися до шаблонного складання схеми водопостачання.

Ознайомившись із загальною схемою водогону, переходимо далі до описування окремих його складових частин, з'єднаних, як уже зазначено, в одну систему трубопроводами.

### III. Річкові й озерні водоприймачі

Річкові водоприймачі, тобто споруди забирати воду з річки, будують на головні й течії (стрижі) річки, на головному кориті, а не річищі, в місці проти води вище міста або вза-

галі заселених місць і до того не менш як за 2 км (кілометра) вище від випуску стічних вод у річку. Забирати воду повинно не менш як на 1 м (метр) нижче від низького рівня води в річці на віддаленні від дна річки—у глибоких річках 3—5 м у річках неглибоких не менш як 1,5 м. Будуючи річкові водоприймачі треба мати відомості про рівні води в річці, про швидкості течій, про те, як проходить крига, про топографічні умовини, тобто який обрис дна й берегів річки. Найпростіший тип водоприймача є труба, що її випустили в річку і уклали дном річки або на палях. На рис. 5 подано водоприймача, що складається з чавунного стояка з лійкою, оберненою в бік течії води.



На приймальні отвори труб ставлять часом сітки з отворами мало не 10 мм поперечнику. Рис. 6.

Якщо змінний рівень води в річці, що найпростішу злагодю становить труба, що її забірний кінець злучено з іншою частиною рухомим стиком і почеплено до поплавців. Рис. 7 і 7а. Щоб проточину убезпечити від засмічення, ставлять ґратницю.

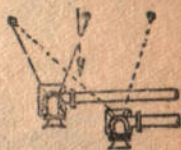


Рис. 5.

Вельми часто приймальний кінець труби в річках середньої і малої глибини (2—4 м при низькому рівні води) убезпечують од зруйнування кригою, вміщуючи в кам'яну, залізобетонову скриню з проточинами і кам'яною обсіпкою, в кашичну скриню з кам'яним накиданням на споді. Рис. 8.

Водоприймачі можна підподілити на дві головні групи: острівні й берегові. Острівні водоприймачі роблять віддала від берега (звичайно на стрижні річки). Берегові безпосередньо притикають до берега. Як зрозуміло з вищенаведеного, для річок острівні водоприймачі мають за кращі, але якщо з розмірно невеликої і мілкої річки з плескатим дном, тобто рівномірною глибиною—треба постачати місту воду, а також як постачають воду промисловим підприємствам, уживають берегових водоприймачів.

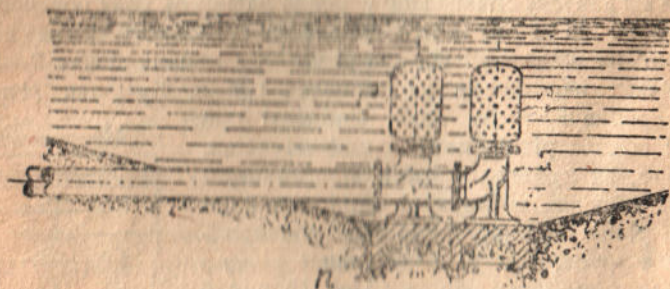


Рис. 6.

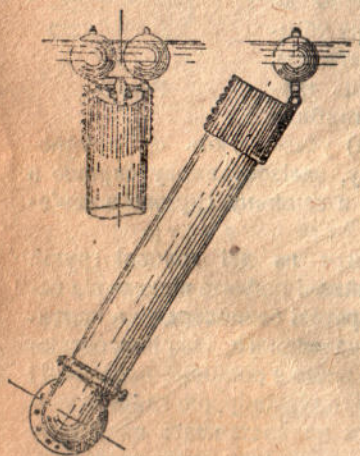
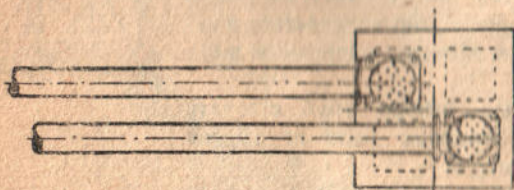


Рис. 7.

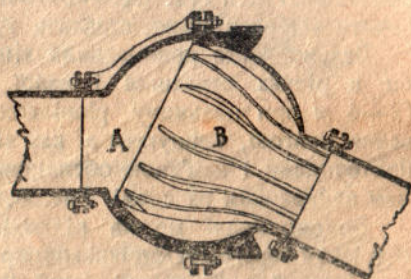


Рис. 7 а.

На рис. 9 подано берегового водоприймача — Рублівський водоприймач Московського водогону.

Водоприймач складається з двох самостійних половин, що в них спущено по дві труби, у передній стіні водоприймача 14 вікон у 2 ряди. Нижні для роботи під час межені і верхні під час водопілля (за водопілля вода в річці в верхніх шарах має менш каламуті, ніж у нижніх); щоб не потрапляла риба, від річки на вікна поставлені ґратниці.

Воду з водоприймачів або безпосередньо всисають смоки, на березі або, і це роблять далеко частіш, щоб уникнути чималої довжини всисних труб, вода з водоприймача самотокою із швидкістю  $V = 0,5 \div 1,0$  метр на секунду надходить у береговий колодязь, звідси забирають її всисні труби смоків, уміщених в окремі, поблизу спорудженій будівлі. Рис. 10.



Рис. 8.

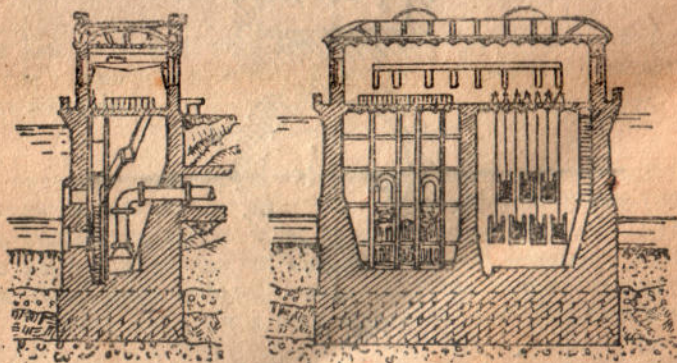


Рис. 9.

Щоб мати змогу промивати самотоківу лінію, що підводить воду з водоприймача до колодязя, злягоджують злуку



Рис. 10.

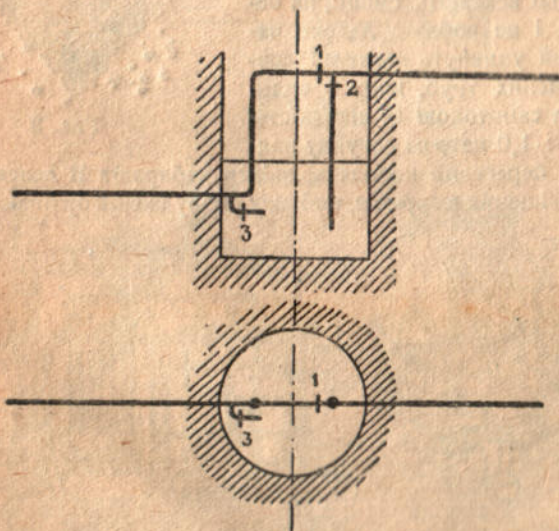


Рис. 11.

всисного трубопроводу із самотоківим, ставлячи відповідні засувки. Рис. 11.

Нормально засувка 1 засунена, засувка 2 й 3 відсунені. Коли промивають самотоківу лінію, засувки 3 й 2 засунені, засувка 1 відсунена.

Озерні водоприймачі взагалі злагоджують такого таки типу, як і річкові; мають за кращий тип острівних, збудованих

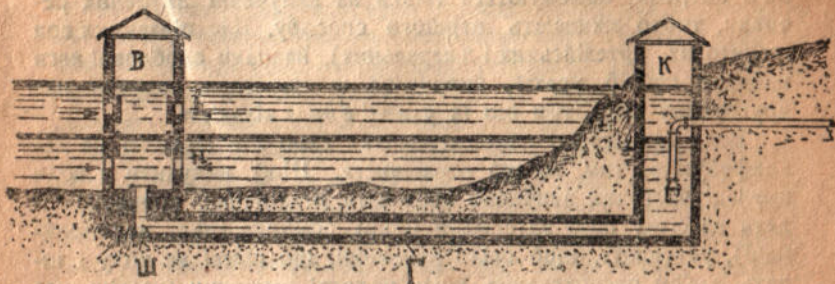


Рис. 12.

на чималій віддалі в озері; труби до водоприймача уможують на металічних підпорках або палях. Якщо озера малої глибини, то водоприймачі часом злучають з берегом тунелем. Рис. 12.

#### IV. Очищення води

Як уже зазначали, вода для питних потреб з одного боку і вода для промислових потреб з другого—повинні відповідати певним вимогам.

##### 1. Різні способи очищати

А як води, і поверхневі і підземні рідко відповідають усім тим вимогам, що до них ставлять, то потрібно штучним способом поліпшити якість води за допомогою очищення її. Залежно від тієї мети, що її мають, уживаючи очищення води, можна підподілити способи очищати на три головні групи:

1) Способи видаляти з води всілякі змулені (нерозчинені) часточки.

2) Способи нищити хвороботворчі (патогенічні) бактерії, що є у воді або дезинфекувати (стерилізувати) воду.

3) Способи змінювати кількість деяких речовин, розчинених у воді, тобто поліпшувати хемічні властивості води.

Слід відзначити, що для води з поверхневих джерел водопостачання (річки, озера) здебільшого заходить потреба тільки очищати за 1 і 2 способом, та ще, коли вода йде на виробничі потреби, обмежуються тільки на вилученні змулених речовин, тобто вживають першого способу. Для підземних вод (грунтових, артезійських і джерельних), навпаки особливої ваги набирає спосіб третій, вилучення ж змулених речовин має другорядну вагу, тим що їх у воді є мала кількість.

Воду підземного походження так само здебільшого не дезинфекують, тим то що вона чиста. Щоб вилучити з води змулені часточки звичайно вживають механічних процесів: цідять на сітку щоб задержати буйні домішки (див. водоприймачі), устоюють, щоб осіли речовини, що важчі за воду і цідять, тобто перепускають крізь пористі речовини (частіш над усе, крізь пісок). За таких способів воду чималою мірою звільняють за одним ходом також і від бактерій, але щоб цілком знезаразити воду (надто під час пошестей) уживають іще дезінфекції.

Способів другої групи—дезінфекції вживають тільки для питної води, дезинфекують звичайно ту воду, що з фізичного погляду чиста або попереду очищена (устоюванням, цідженням).

Способи третьої групи частіш над усе становлять видалення з води вапна або магнезійу (зм'якшення води) на те, щоб зробити воду придатну на живлення паровиків; видалення заліза щоб запобігти роз'їданню чавунних водопровідних труб і заростанню її перекрою осадами заліза тощо.

Далі наведено опис найуживаніших у водопровідній практиці способів очищати воду.

Змулені речовини, як зазначувано вище, вилучають звичайно устоюванням і цідженням. Найуживаніші цідила є піщані. Цідила, що в них цідження одбувається повільно, мають назву англійських, а ті, що цідження йде дуже хутко—американських. Окрім цього наведено також опис так званих передцидил і цидил Пеша-Шабалевих.



## 2. Устоювання води перед англійськими цідлами

Щоб запобігти хуткого засмічення англійських цідил, потрібно раніше, ніж напускати воду на цідла, вилучити грубо-змулені речовини в устійниках. Устійники являють собою прямокутні або круглі в пляні кам'яні, цегляні, бетонові або залізобетонові резервуари, куди надходить вода, що їй належить очистити. Устійники бувають або періодичного або безупинного чину. У першій разі, наповнивши устійника водою, їй дають нерухомо устоюватись протягом 6—24 годин, по цьому випускають устоєну воду з устійників на цідла.

В устійниках безупинночинних вода непереривно проходить крізь устійник із швидкістю 1—2 мм/сек (міліметра на секунду), в останній разі щоквадратовий метр перекрою устійника протікатиме від 1 до 2 літрів на секунду. Безупинночинні устійники мають за ліпші від періодичних. Глибину устійників беруть од 1,5 до 2,5 м (подеколи й більш); вважають за краще не вбирати великих глибин; широчиня устійників визначиться за формулою

$$B = \frac{Q}{VH},$$

де  $B$ —широчиня устійника;  $Q$ —витрата води на  $m^3$  на секунду;  $V$ —швидкість на  $m$  за секунду;  $H$ —глибина устійника.

Звичайно беруть співвідношення між широчиною і довжиною устійника  $B : L = 1 : 6$ . Бажано визначити розміри такі, щоб місткість устійника становила б не менш од максимальної добової витрати. Іноді на те, щоб забезпечити роботу устійника на весь перекрій, раніше, ніж випускати воду в устійник, занурюють заставку так, що коли температура води, що притікає, вища, ніж температура води в устійнику, вода обтікає заставку знизу, а коли температура нижча—згори.

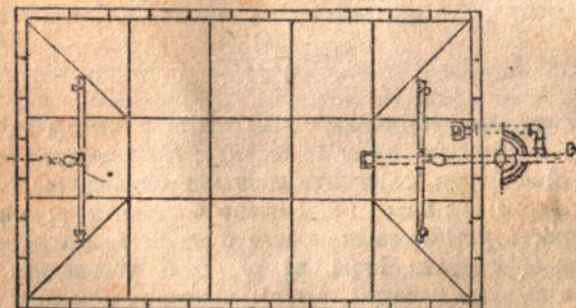
На рис. 13 зображено такі злагоди. А як час від часу доводиться вимикати устійники з роботи і чистити їх від випалих осадів, потрібно мати, принаймні, одного запасного устійника. Бажано злагоджувати устійники криті.

На рис. 14 зображено відкритий устійник.



Рис. 13.

ПЛАН



РОЗРІЗ ПО А-В



Рис. 14.

### 3. Повільне цідження. Англійські цідила

Звичайно після устійників треба піддати воду цідженню, тоді бо звільнюємо воду на 90—95% од бактерій, просвітлюємо воду і взагалі робимо її цілком задовільну на питні потреби. За цідильний матеріал править чистий кварцовий пісок. Іноді, щоб полегшити роботу англійським цідилам, між устійниками й цідилами злагоджують передцідила. Призначення передцідил—це затримувати буйнішу каламутину і дрібні водорості—плянктон і тим самим подовжити час засмічення англійського ціділа. У передцідилах цідильний пісок беруть грубший, ніж в англійських цідилах. За цідильний матеріал у передцідилах править або тільки пісок (грубість зерен пере-сично 2 мм або пісок і нарінок. Прикладом засипка передцідил Московського водогону складається з 5 шарів різної гру-бости, а саме (знизу вгору):

- |                       |           |                 |        |
|-----------------------|-----------|-----------------|--------|
| 1) Нарінок завгрубшки | 16—25 мм  | за товщини шару | 8 см   |
| 2) " "                | 10—15 " " | " "             | 7 " "  |
| 3) " "                | 6—10 " "  | " "             | 10 " " |
| 4) " "                | 3—6 " "   | " "             | 40 " " |

В англійських цідилах грубість піску 0,3—1 мм; хуткість цідження на передцідилах 50—70 м на добу; хуткість цідження на англійських цідилах по передцідилах—200 мм на годину (4—7 м на добу); якщо нема передцідил 100 мм на годину (або 2,4 м на добу). Грубість шару піску в передцідилі 0,9—1,0 м. Глибина води на передцідилах 0,45—0,50 м над піском.

Що 2—3 дня треба чистити передцідила. Очистка заби-рає часу 20—30 хвилин і роблять це водою, перепускаючи її крізь передцідила знизу в гору особливими трубками, що лежать на дні передцідил; разом із цим, щоб ліпше пере-мішувалася промивна вода з піском, у спідній шар піску на-гнічують стиснуте повітря крізь отвори в особливих трубках, прокладених також по дну цідила. Шлям виносить промивна вода нагору, звідки вона зливається в спускні труби. Склада-ючи проєкта, треба завбачити запасні перебори передцідил, що їх увмикають у роботу, коли чистять або ремонтують інші.

Попередні цідила будують іноді з кількох низково розміщених переборів з дедалі зменшуваною грубістю зерен; із таких систем многоرازового цідження найвідоміше цідило Пеше-Шабелеве. Цідило складається з чотирьох переборів з нарінком: у першому—грубість 15—30 мм, у другому 10—15 мм; у третьому 5—10 мм; у четвертому 4—6 мм; п'ятий перебір заповнено грубим піском, завгрубки 2—4 мм. Грубість шарів нарінку відповідно 30, 35, 40 і 45 см, а піску 70—90 см. Вода проходить послідовно всі перебори, переливаючись із одного перебору в інший каскадою. Швидкість просочування води в першій переборі може досягати коло 320 м на добу. Із цідил Пеша-Шабелевих вода надходить на англійське цідило, а крізь нього цідиться із швидкістю приблизно 3 м на добу. Рис. 15.

Англійські цідила являють собою відкриту або переважно закриту водойму з водонепроникливими стінами й дном (з каменя, цегли, бетону), що її заповнили дрібним піском) завгрубки 0,3—1 мм). Вода, що надходить на цідило вище піску, цідиться крізь нього й скупчується дренажем на дні водойми. На рис. 16 зображено частину цідил Московського водогону.

Дренаж можна будувати різної злагоди—з череп'яних поперечником 10—20 см, бетонних або залізобетонних труб, із цегляних каналів, уможених на взаємних віддаленнях на 5 м, (див. рис. 17), з прямовисними незамурованими швами завширшки 5 мм щоб перепускати воду, або з дірчастих залізобетонних плиток укладених на бетонних кубіках. Дно цідил повинно робити із спадом 0,01—0,03 в напрямі до збірного (головного) каналу. Головний канал звичайно розміщують по середині цідила. Над дренажем роблять підшар нарінку, що його знизу вгору меншає грубість, загальної товщини приблизно 40 см. Над підшарком нарінку розміщують цідильний пісок грубістю 0,3—1 мм шаром 1,0—1,20 м. Товщина шару води над поверхнею піску повинна бути 0,9—1,0 м. Хуткість цідження 100 мм на годину. Потрібна поверхня цідил визначиться з виразу:

$$F = \frac{Q}{V} \text{ м}^2,$$

де  $Q$ —найбільша кількість води (на  $m^2$ ), що  $П$  (кількість) повинно очистити цідилами протягом години і хуткість на метри

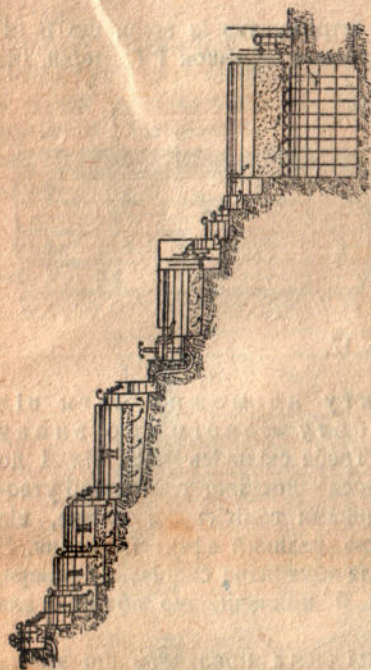


Рис. 15.

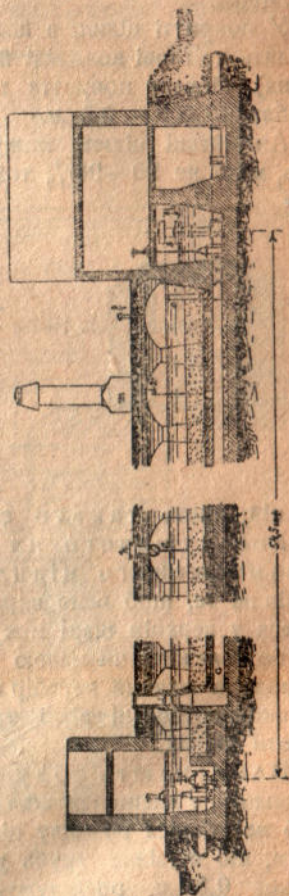


Рис. 16.

на годину. Кожний квадратний метр робочої поверхні цідила очищає пересічно  $2,4 m^3$  або мало не 200 відер води на добу.

Збудовують завжди декілька цідил, надаючи кожному площу  $m^2$  із 2.000 — 2.500, коли криті цідила і 3.000 — 4.500 м,

коли відкриті; загальна площа щідил, що роблять одночасно, повинна дорівнювати  $F$ , і годиться ще мати декілька запасних щідил.

У покритті щідил, а його часто-густо будують склепінне, роблять світлові колодязі й відтулини для вентиляції (привітріння). Поверх покриття насипають шар землі, завгрубшки приблизно 0,3—0,5 м.

Англійські щідила можуть затримувати із води, що її щідять, мало не 90—98% тих змулених домішок і бактерій, що

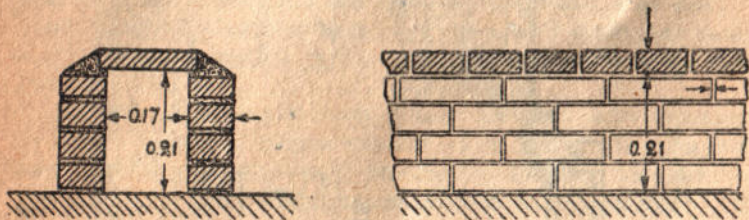


Рис. 17.

є в ній, проте такого ефекту не можна мати від щойно пущеного на роботу нового або знову завантаженого щідила. Треба скількись часу від 1 до 3 днів на те, щоб воно виробилося—доспіло, тобто щоб утворилася у верхнім шарі між піщинами тонісінька плівка, від неї бо залежить чи малою мірою великий ефект щідження. З приходу в кожний перебір щідила збудована спеціальна камера, де сконцентровані різні труби й прилади, що потрібні для роботи щідила.

Напускають воду на щідила приладами що мають призначення зменшити швидкість води, що притікає на нього, щоб не сталося розмиву щідила. Найпростіша злагодя полягає в тім, що підвідна труба у вхідній камері, її швидкість дорівнює 0,8 м, розгалужується на дві труби того самого поперечнику, а вони закінчуються лійками подвійної площі перекрою, рис. 18; завдяки побільшенню перекрою швидкість води, що притікає, меншає до 0,2 м.

Щоб регулювати випуск води з щідил, бо в міру експлу-

атації цідила грубість плівки більшає, злагоджують відвідну камеру так, щоб швидкість цідження залишалася зовсім мала. Одну з таких злагод, а вона набрала найбільшого поширення—прилад інж. Ліндлея, так званий „переставний вододіл“ зображено на рисунку 19.

Вододіл складається з рухомої труби з вирізаними в ній прямокутними отворами *б*. На верхній частині труби укріплено металічні поплавці *д*. Рухому трубу настромлено на нерухому прямовисну частину трубопроводу *л*, що відводить проціджену воду і може пересовуватись по ній угору й униз. Якщо підвищиться рівень води в

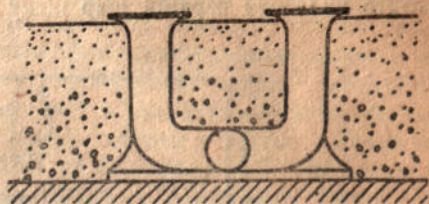


Рис. 18.

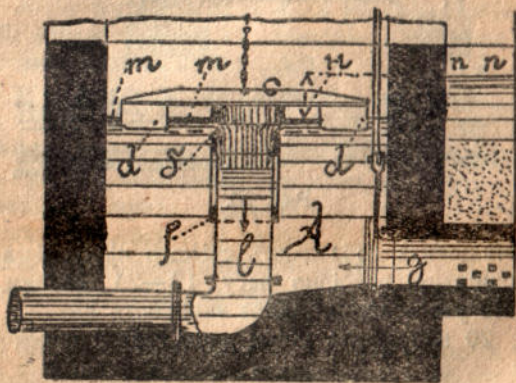


Рис. 19.

камері *А* (по очистці цідила, коли швидкість цідження більшає) або як спустять його (коли забрудниться цідило, тоді швидкість цідження меншає), коромисло з поплавцями і виливними отворами також підноситься або спускається, отож віддалення між рівнем води в камері й виливними отворами за-

лишається незмінне, а від цього залежить стала витрата води й стала швидкість цідження.

Коли-не-коли 15—25 разів на рік треба очищати цідила, тобто видалити верхній шар піску завглубшки 1-3 см; по

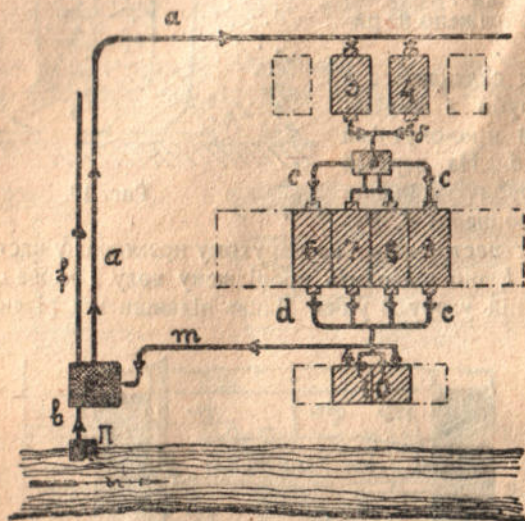


Рис. 20.

декількох очищеннях додавають свіжого піску. На досягання цідила по очищенні потрібно часу 12—24 години. Раз за 10—15 років увесь пісок цідила замінюють новим.

На рис. 20 зображена схема розміщення очисної устави.

#### 4. Хуткочинні американські цідила

Намагання зменшити витрати на очисні устави й потрібну для них площу спричинилося до того, що американці замінили англійські цідила хуткочинними американськими, що в них швидкість цідження досягає 3,4—4,5 м на годину, тобто в 30—50 разів більша, ніж в англійських, а через це та площа, що потрібна під цідила, меншає пропорційно швид-



кості. Таке збільшення швидкості цідження в американських цідилах можливе через попереднє перед цідженням устоювання з коагулюванням. Коагулювання полягає в тому, що до тієї води, що надходить в устійник, додають деякі хемічні реактиви—коагулянти, що мають властивість зурджувати каламутну воду, збираючи на пластівці змулені речовини й бактерії. Разом із пластівцями коагулянта осідають на дно устійника як важчі, так і найдрібніші змулені речовини, що є в воді. За коагулянт частіш над усе вживають алюміній-сульфату (глинки), рідше галуноу та ін. Потрібна кількість коагулянта 50—150 мг (міліграм) на 1 літр залежно від міри забруднення води. Якщо в очищуваній воді, крім змулених часточок, є гумінові<sup>1)</sup> речовини і потрібно знебарвити воду, то дозу коагулянта збільшують.

Щоб хемічно розкласти алюміній-сульфат треба щоб у воді містилося досить кальцій-карбонату—вистачна лужність води. Число потрібних французьких градусів лужности<sup>2)</sup> очищеної води подано в наступній таблиці<sup>3)</sup>.

Щоб побільшити лужність води на один французький градус треба впускати 5—6 кг нелюсованого вапна або 10 кг кальцинованої соди на кожні 1000 тонн очищеної води. Коагулянта добавляють до очищеної води у формі водяних розчинів міцністю 2—5% або 3,5—6° за ареометром Боме. Прибавляють розчин до очищеної води з регульовного бачка з дозівним грантом олив'яними трубками, що йдуть до устійників.

Подеколи (Америка) впускають у воду коагулянт сухий, розмелений на порошок; у такому разі коагулянта із спеціальних апаратів живильників впускають у трубопроводи, що ведуть неочищену воду на устійники. Часто злагоджують спе-

---

<sup>1)</sup> Гуміновими речовинами звуть ті речовини, що виходять у наслідок хемічних процесів перетворення гумусу, що вони відбуваються по болотяних місцевостях.

<sup>2)</sup> Французький градус лужности відповідає вмістові 1 частини кальцій-карбонату  $\text{CaCO}_3$  в 100.000 частинах води (див. далі твердість води).

<sup>3)</sup> Див. докладніше „Руководство по надзору и уходу за фильтровальными станциями для очистки питьевой воды“. Видання постійного Бюро Всесоюзних Водогінних і Санітарно-Технічних З'їздів. 1927 р.

ціальну змішувалку перед устійником, щоб найкраще перемішувати коагулянта з водою. Змішувалку злагджують або з рухомими лопатями—перемішувалками або з поперечними перегородками. Час перебування води в змішувалці беруть

Приблизна кількість алюміній-сульфату (на грами на кубометр)	Потрібна лужність води (на французькі градуси)
12,0	1
23,5	2
35,0	3
47,0	4
59,0	5
70,0	6
82,0	7
94,0	8
106,0	9
117,0	10
129,0	11
141,0	12

од 3 до 30 хвилини за швидкості протікання води через змішувалку  $= \frac{1}{2} - \frac{2}{3}$  м на секунду.

Устоюють у прямовисних або поземних устійниках; довжина устоювання 2—6 годин.

На рис. 21 подана схема прямо́висного устійника.

Коли впустили коагулянта, вода надходить в устійник прямо́висною трубою  $d$ . Виходячи з неї, вода втрачає на швидкості і підноситься вгору, очищаючись при цьому від змулених речовин; вони випадають. Осад відводять із нижньої частини устійника трубою 2.

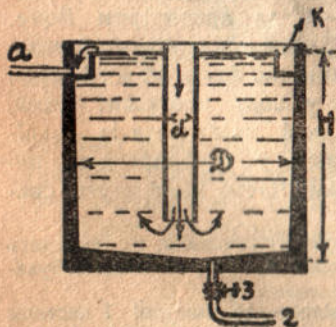


Рис. 21.

Височина устійника визначиться за формулою

$$H = Vt,$$

де  $V$ —швидкість од 0,6—1,0 м/сек,  $t$ —час устоювання. Поперечник  $D$  устійників трапляється часто від 2 до 6 м. За надто великого  $D$  будують декілька устійників.

Очищена в устійниках вода надходить на американські цідила. Американські цідила будують напірні й самотокові. Хоч за напірних цідил меншає робота на одне пересмоку-

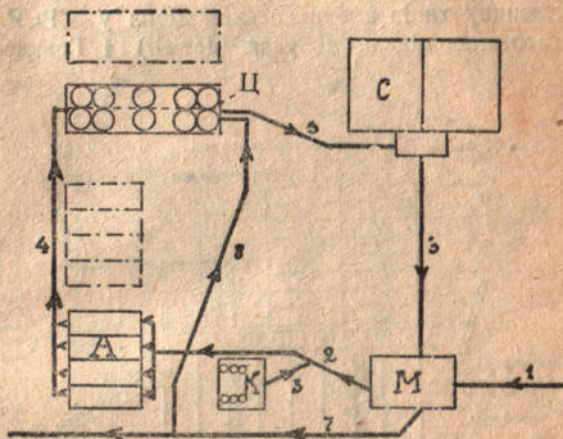


Рис. 22.

вання, але вони очищають воду гірше, ніж самотокові. Далі наведено тільки опис самотокових цідил.

Схему цідильні можна подати в такім вигляді (рис. 22)<sup>1)</sup>.

Воду з джерела водопостачання всають трубами (1) смоки машинівні  $M$  і подають трубами (2) в устійні водойми  $A$ ; по дорозі з будинку коагулювання  $K$  трубами (3) у воду впускають розчин коагулянта. Із устійників вода трубою (4) самотокою надходить на цідила  $Ц$ , а далі самотокою ж іде в резервуар чистої води  $С$  трубами (5); звідси вода трубами (6) іде до смоків другого піднесення в тій таки будівлі  $M$ , де розміщені машини першого піднесення і далі її подають трубами (7). Від труби (7) іде відгілок (8) на подачу чистої води щоб промивати

<sup>1)</sup> Проф. Н. Н. Генієв „Городские водопроводы“.

цідила. Видима річ, схему можна змінити—так, замість прямокутних устійників можна зробити круглі прямовисні, як невеликі устави, устійники й цідила можна з'єднати в одній будівлі; смоки першого й другого піднесення можна розмістити в різних будівлях тощо.

Нижче наведена схема цідильні (рис. 23), де устійники й цідила розміщені в одній будівлі.

Із численних типів американських цідил у СРСР набули собі застосування цідила Джуеля (Jewell) і Говадсона. Та

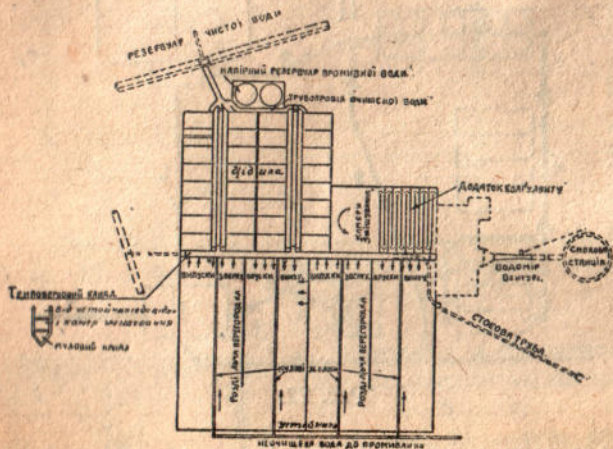


Рис. 23.

плівка, що хутко наростає на їх поверхні (завдяки попередній коагуляції) така міцна, що не піддається проривові, хоч утрата напору в американських цідлах досягає 3—4 м. Американські цідила підподіляють на мішальні й безмішальні. Самоतोкове мішальне цідило (див. рис. 24) становить відкритий циліндричний резервуар із заліза, залізобетону або дерева, засипаний чистим кварцовим піском. Розмір його піщин 0,3—1,0 мм, глибина шару 0,75—1,0 м. Пісок лежить на підшарку піску або нарінку грубістю 0,6 до 2 мм, загальної товщини 0,3—0,5 м, а він і собі лежить на другім верхнім

днищі Д. Вода по устоюванні з коагулюванням надходить із гранта А в резервуар, що оточує цідило і, переливаючись

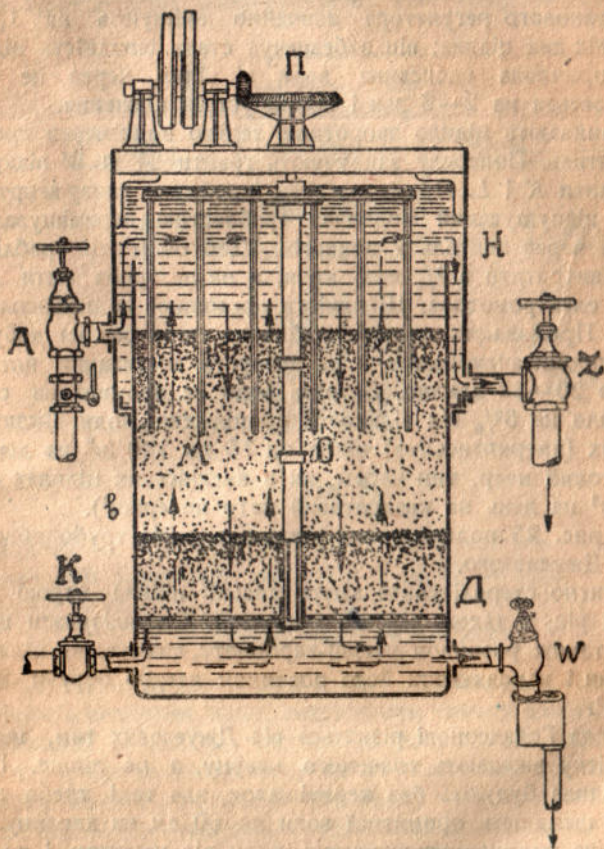


Рис. 24.

через верхні стінки, надходить на пісок. Процидившись крізь пісок, вода через дренажну злагоду, що складається з порожнистих головок або ковпачків і численних дренажних відга-

лузок збірної труби, заливається в ню, а звідти, пройдуци регулятора швидкості цідження Вестоновий  $W$  в нижче розміщений бак на чищення води.

Вестонового регулятора звичайно вміщують на 1,20 м нижче від дна цідила; він забезпечує сталу швидкість цідження і спричиняє висисання води з цідил, через це пісок ущільнюється на 2—3 мм і поліпшується цідження.

Промивають цідило зворотною течією води через промивний вентиль. Попереду закручують гранти  $A$  й  $W$  відкручують гранти  $K$  і  $L$ . Промивна вода, пройдуци знизу вгору шар піску, підпушуваний водночас граблястою перемішувалкою, уходить через вентиль у водостік. Щоб обертати граблі, потрібно витратити з  $1/2$  мех. коня, а на це треба мати невеликого електромотора. Швидкість промивної води близько 30 см/сек. Промивають цідило приблизно один раз на добу. На кожне промивання цідила й на наступне досягання потрібно щось із 20—30 хвилин. Витрата води на промивання становить мало не 5% від кількості процідженої води. Видатність швидких (американських) цідил од 75 до 140 м<sup>3</sup> на день на квадратний метр, тим часом, як в англійських цідилах тільки 2—3 м<sup>3</sup> на день на квадратний метр поверхні<sup>1)</sup>.

На рис. 25 подана схема устави зо всіма трубопроводами цідила Джуелевого.

Корисно стерилізувати американські цідила парою 1—2 раза на рік, а також під час пошестей. Стерилізувати цідила можна також розчином натрій-карбонату, вимикаючи цідило на 15 годин і наповнюючи його розчином натрію беручи 2,5 кг на 1 м<sup>2</sup>.

Цідила Говадсонові різняться від Джуелевих тим, що замість піску вживають товченого кварцу, а це ліпше. Подеколи цідила будують без перемішалок, але тоді треба збільшувати швидкість промивної води до 60 см на хвилину. Подеколи на промивання вживають води під напором і стиснутого повітря.

<sup>1)</sup> Останніми часами американські цідила частіш роблять безмішальні. надто при великих уставах. На промивання безмішальних цідил потрібен напір на 8—10 м. Кількість промивної води 10—12,5 літрів на 1 м<sup>2</sup> поверхні цідила. Промивання забирає приблизно 5 хвилин.

Вартість збудовання американських цідил з устійником, трубопроводом і будівлею, але без смоковні, можна визначити для орієнтаційних розрахунків на 100 відер добової видат-

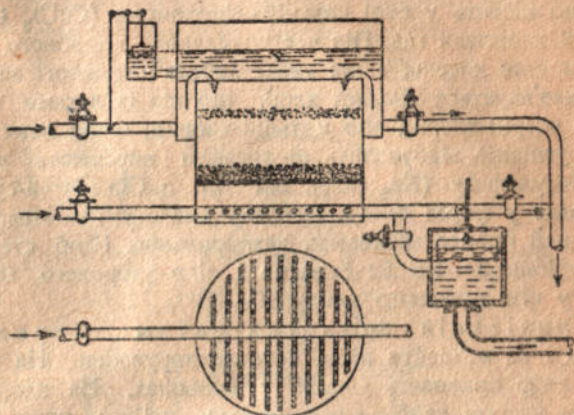


Рис. 25.

ности як на теперішні ціни 20 карб. і вартість очищення на кожні 100 відер очищеної води 1 карб. 50 коп.

### 5. Стерилізація питної води

Як знати, цідила і англійські і американські, поряд із фізичним очищенням води, затримують чималу кількість мікроорганізмів. Та все ж частина мікроорганізмів проходить у відцідок; під звичайну пору це не шкідливо, але під час пошестей вельми доцільна стерилізація, тобто звільнення питної води від мікроорганізмів. Стерилізація вельми доцільна також там, де джерело водопостачання являє така водойма, що підпадає чималим забрудненням органічного характеру. Найпростіший спосіб стерилізувати становило б зокроплювати воду, але воно стає дорого. Є спосіб зневажувати воду—це діяти на ню ультра-фіялковими променями та й цей спосіб дорого стає і має практичні хиби. Інший спосіб—це озонування,

а воно полягає в тім, що на воду діють газом озону  $O_3$ , цей газ убиває бактерії, але спосіб оцей також дорого стає і не набрав широкого вжитку. Куди більш розповсюдилось хлорування води. Хлорують або впускаючи в воду хлорове вапно, що містить у собі кальцій-гіпохлорид ( $CaCl_2 O_2$ ) або згущений хлоровий газ. Під час впускання хлорового вапна у воду постає кисень, а він являє собою потужного закиснювача, і вив'язується вільний хлор, що він із лугами в воді утворює натрій-хлорид або кальцій-хлорид; якщо нема лугів, то щоб успішно відбувались ці процеси впускають у воду натрій-тіосульфату ( $Na_2 SO_3$ ), від дає з Cl натрій-сульфат, що випадає у формі осаду, і соляну кислоту; її неутралізують содою—цей процес називають дехлорування. Щоб стерилізувати потрібно 3—4,5 мг соди на 1 літр хлорового вапна із вмістом у нім активного хлору 30—33<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

Стерилізація води газуватим хлором стає недорого і не потребує після себе дехлорування. На очисну станцію хлор привозять рідкий у бальонах. На хлорування газуватим хлором найбільшого вжитку набрав прилад д-ра Орнштайна; у цьому приладі відбувається змішання газуватого (що перейшов з рідкого) хлору з водою, що її підводять з водогону; добуту таким способом хлорову воду відводять ебонітовим трубопроводом до призначеного пункту водопровідної магістралі. Кількість витраченого хлору—0,2—0,3 мг на один літр очищеної води. Вартість знешкоджування 1 м<sup>3</sup> води газуватим хлором становить приблизно 0,03 коп. Вартість тонни рідкого хлору приблизно 915 карб. <sup>1)</sup>

На рис. 26 подано хлоратор д-ра Орнштайна, а на рис. 27 схему устави з хлораторами Орнштайнними на Ленінградському водогоні.

## 6. Твердість води

Означення води в житті людства, як „твердої“ або „м'якої“, загально відоме; в обихідці тверді води звичайно впізнають з легкого й хуткого зникнення мильної піни, як уми-

---

<sup>1)</sup> Див. проф. В. Ф. Іванов „Водоснабжение и канализация поселков“.



вають руки, в умивальнику ж залишаються товщуваті пластівці й піна, з великої кількості мила, що його витрачають перучи білизну й миючи посуд тощо. Твердість води постає через те, що в воді є вапно ( $\text{CaO}$ ) і магnezія ( $\text{MgO}$ ). Твердість відрізняють сталу й тимчасову, розуміючи під сталюю ту твердість, що вона не зникає як зокроплювати воду, і під

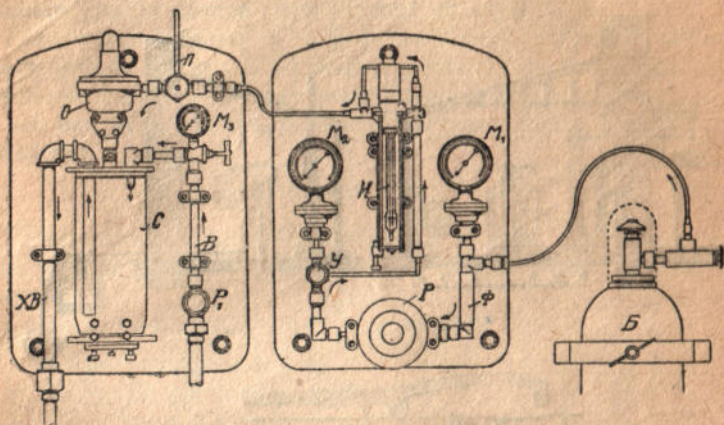


Рис. 26.  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$ —манометри;  $H$ —газомір;  $P$ —редукційний хлипак;  $C$ —змішувалка;  $B$ —баллон із хлором;  $XB$ —хлорова вода.

тимчасовою—якщо зникає. Кальційні й магnezійні солі карбонатової кислоти (карбонати) утворюють тимчасову твердість, а сульфiди, хлориди, нітрати й силікати кальцію і магnezії—сталу твердість води. Твердість води визначають на градуси. Відрізняють німецький, французький і англійський градуси твердості.

1 німецький градус твердості відповідає вмістові 1 частини  $\text{CaO}$  на 100.000 частин води тобто 10 мг вапна на 1 літр води.

1 французький градус твердості відповідає вмістові 1 частини кальцій-карбонату  $\text{CaCO}_3$  на 100.000 частин води.

1 англійський градус твердості—1 частина  $\text{CaCO}_3$  на 70.000 частин води.

У нас заведена німецька скала і де-де-коли французька. 1 німецький градус твердості = 1,25 англійського, = 1,79 французького.

Обчислюючи твердість води, що постає через наявність магnezій-оксиду  $MgO$ , кількість її треба множити на 1,4 відповідно до молекулярної ваги вапна й магnezії.

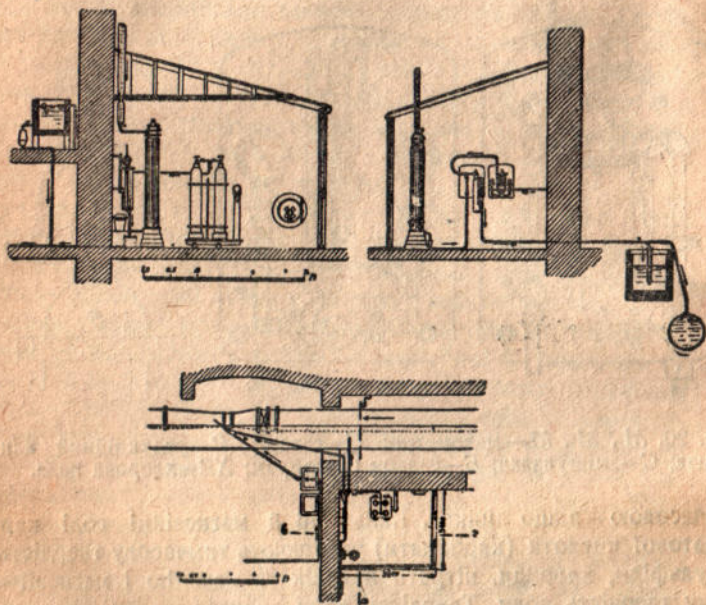


Рис. 27.

Воду твердістю до 8 німецьких градусів мають звичайно за м'яку, а понад 18—20 градусів за тверду.

Як загальне твердження, що припускає виняток, можна вважати, що поверхневі й ґрунтові води є води м'які, а ґрунтові тверді.

Твердість річкової води більшає, як спускають у річку стічні води з заводів і фабрик, що вживають у виробництві лугу. Тверді води незручні до живлення паровиків (постає

накипень), а також у низці галузей промисловости—гуральні й спирторектифікатні, чинбарстві, кушнірстві, фарбарстві, броварництві, цукроварництві, паперовиробництві тощо, а зарівно й у виробництвах, що пов'язані з уживанням мила, як от коли білять апретують тканини, миють шерсть, у пральнях.

Як питна вода, тверда вода нешкідлива, навіть, скорше корисна (під її впливом зміцнюються кістки, зуби, м'ясо); на напування худоби тверда вода вартіша за м'яку.

Визначають загальну (сталу + тимчасову) твердість води з постережень кількості мильного розчину певного складу, потрібного на те, щоб знеутралізувати солі лужних земель, що від них залежить твердість води (метода Clark'a, Bowtron'a і Beudet'a).

## 7. Зм'якшення води

Зм'якшують тверді води, впускаючи в воду різні хемічні реагенти, потому воду просвітлюють устоюванням або цідженням.

Способи зм'якшувати воду підподіляють на:

1. Вапняно содовий спосіб.
2. Вапняно-баритовий спосіб.
3. Пермутитовий спосіб.

Першими двома способами твердість води можна зменшити за нормальної температури до 2,5—4°, а як підігрівати—більше. Пермутитовим способом твердість води за нормальної температури можна зменшити до нуля.

За вапняно-содового способу до води добавляють нелюсованого вапна ( $\text{CaO}$ ), соди ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), натрій-гідроксиду ( $\text{NaOH}$ ). Впущені в воду речовини заходять у хемічну взаємодію-реакцію із солями, що від них залежить і стала і тимчасова твердість (кальцій-гідрокарбонатом  $\text{Ca}(\text{CO}_3\text{H})_2$ , кальцій-сульфатом  $\text{CaSO}_4$  та магnezій-гідрокарбонатом  $\text{Mg}(\text{CO}_3\text{H})_2$ ). Наслідком реакцій солі, що від них залежить твердість води, перетворюються на нерозчинні сполуки, і вони випадають з води, через це вода м'яшкає.

Нижче зазначено, які реагенти можна вживати на пом'якшення води, як у ній є різні солі.

## У воді:

## Добавляти:

Кальцій-гідро-карбонат	—	нелюсованого вапна (CaO), або соди, або натрій-гідроксиду (NaOH).
Кальцій-сульфат (гіпс)	—	соди.
Магnezій-гідро-карбонат	—	нелюсованого вапна.
Кальцій-хлорид	—	соди.
Магnezій-хлорид	— —	соди.

Частіш добавляють нелюсованого вапна й соди, надто першого через дешевину, соду ж неодмінно, якщо в воді є сульфатові сполуки. Уживаючи ж натрій-гідроксиду треба його старанно дозувати.

Дозують реактиви так (за Pfeifer'ом):

Додавання нелюсованого вапна — чисельна величина міліграмів на літр у 10 разів більша од числа, що визначає тимчасову твердість, плюс помножене на 1,4 число міліграмів магnezії в літрі.

Додавання соди — 18,9 кратне число сталої твердості.

Якщо є в воді сульфати кальцію (гіпс) і магnezії, уживають також вапняно-баритового способу.

На рис. 28 подана устава з'якшувати воду. Апарат додавати нелюсованого вапна (так званий сатуратор Дерво) складається з розширливої догори конічної посудини *г*. Через грант і лійку впускають вапняне молоко. Точно виміряну кількість води впускають через трубку в нижню частину посудини, змішують з вапняним молоком і, в міру додавання води, вона поступінно підіймається в посудині знизу догори з поступінно примішуваною швидкістю (через дедалі збільшуваний перекрій посудини). У сатураторі, щоб ліпше змішувати, злягоджують іноді механічні перемішувалки.

Із апарата Dewaux'ового вода, що перемішалася з вапняним молоком, надходить трубкою *U* в середню частину *E* циліндричної посудини *A*. До посудини *A* прилягає колонка *B*, де відбувається змішання содового розчину, що надходить трубкою *9* з дозівного бачка з водою; содовий розчин і вода, що змішалися, трубкою *N* переливаються також у середню частину *E* посудини *A*. Дозівний бачок, що з нього надходять вапняне молоко, содовий розчин і вода, що *II* на-

лежить зм'якшити, розміщений над посудиною А. Із Е вода, змішуючись з вапняним молоком і розчином соди, спускається

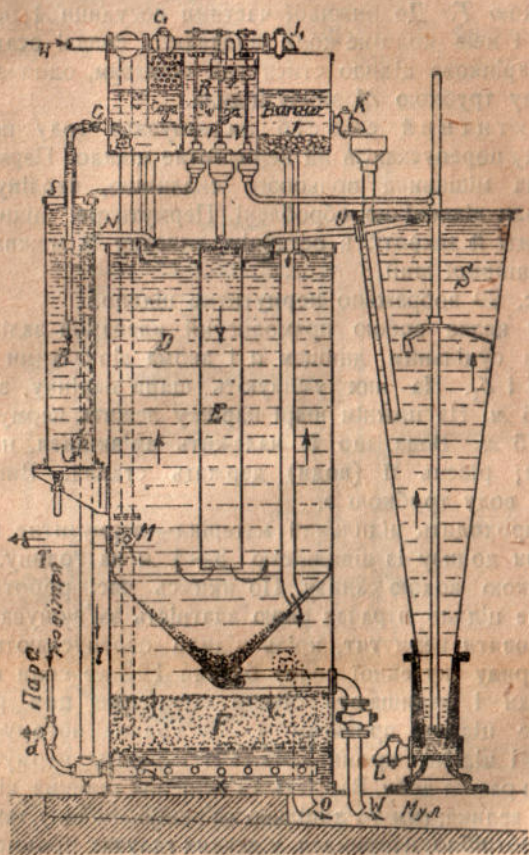


Рис. 28.

зниз і проходить у зовнішню частину Д, що має назву декантатор. Часом у декантаторі злагджують, щоб ліпше змішувати, гвинтові поверхні. Місткість декантатора відповідає

тригодинному перебуванню в ньому води. У декантаторі вода підіймається й переливається в прямовисну трубку  $f$ , нею спускається на нарінкове цідило  $F$ , потому чиста вода уходить трубкою  $T$ . До нижньої частини посудини  $A$  прилучена трубка  $W$  і нею коли-не-коли видаляють випалі осадки. Промивають нарінкове цідило стиснутим повітрям, одночасно підводячи воду трубкою  $M$  знизу цідила.

Пермутитний спосіб з'якшувати воду полягає в тім, що воду перепускають на пермутитне цідило. Пермутити—патентована мішанина польового скалинцю, каоліну, глини, піску й соди відповідно оброблені. Пермутитові цідила роблять відкриті й закриті; в останнім випадку їх можна прилучити до напірної лінії.

На рис. 29 зображено пермутитне цідило.

Апарат являє собою прямовисний клепанний залізний резервуар із суцільним днищем  $a$  і двома дірчастими перегородками  $b$  і  $b_1$ . На них уміщують шари нарінку, заввишки 0,10—0,25 м. На нижнім шарі нарінку лежить пермутит, шаром із 0,75 м. Вода, що її належить з'якшити, надходить трубами  $v$ ; рівень її (води) держать сталий. Випускають з'якшену воду трубкою  $z$ .

Вода проходить цідильний матеріал—пермутитне цідило й пісок згори донизу із швидкістю 3—4 м на годину. Промивають м'якою водою знизу. По якимсь часі роботи устави пермутитне цідило втрачає свою здатність з'якшувати воду. Щоб відновити пермутит, крізь цідило перепускають розчин натрій-хлориду (кухенної соли) беручи 100 кг соли на 1,8—2,5 м<sup>3</sup> води і залишають стояти затоплене цим розчином пермутитне цідило протягом 4—5 годин, потому розчин спускають і цідило промивають. Регенерують пермутит звичайно один раз на добу. Вартість з'якшення великих кількостей води дуже велика; тим то доцільно з'якшувати воду там, де це є неминуче потрібно, наприклад, у деяких галузях промисловости.

## 8. Знезалізнення води

Деякі підземні води мають у своєму складі розчинені о-оксидні сполуки заліза й мангану, а це надає воді неприємного смаку чорнила і забарвлення.

Такі води не придатні на прання білизни і до вжитку на різних фабриках і заводах (фарбувальнях, паперовнях, чинбарнях, броварнях і т. ін.).

У залізистих водах часто є водорості. Є багато способів знезалізнювати й вилучати манган з води; із них найбільш

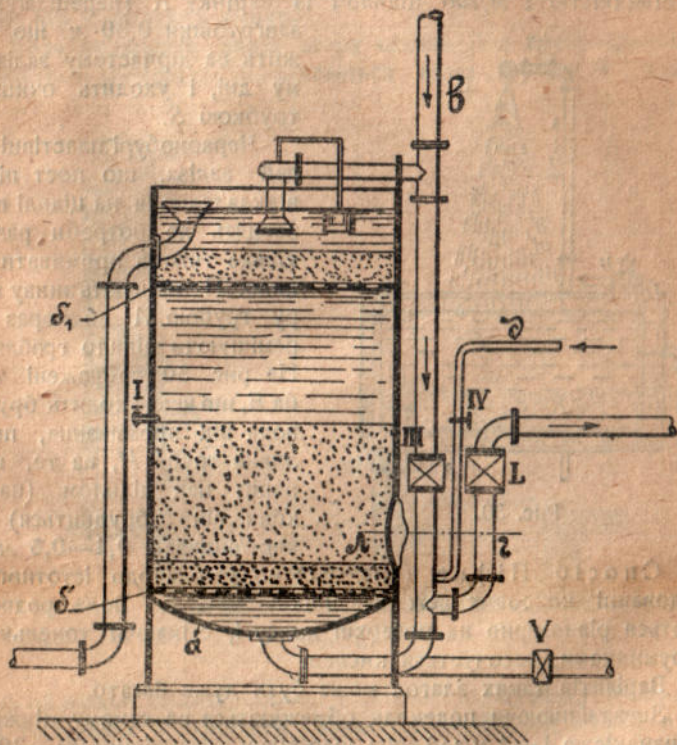


Рис. 29.

уживають способів, що полягають у обвітрюванні—аерації (насичують воду повітрям) і наступним цідженні.

Способи ці можна підподілити на дві групи: 1) самотоківі й 2) напірні.

Найбільшої слави зажили самотоківі способи—способи Остена й Піфке.

За способом Остеновим (рис. 30) аерують (насихують повітрям) душами з висотою падання води 2,0 м, видатністю 4 м<sup>3</sup> на квадратний метр за годину. Далі вода проходить із швидкістю 1 м/год цідилом із нарінку *K* (переціджувач) завгрубшки 0,30 м, що лежить на дірчастому залізному дні, і уходить очищена трубою *S*.

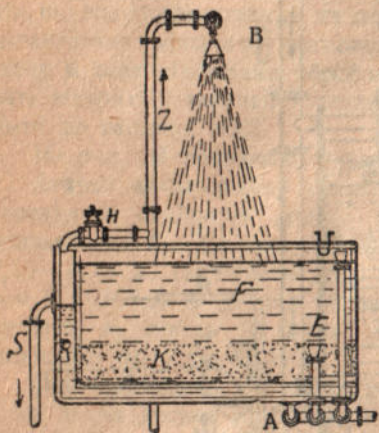


Рис. 30.

Червонобурі пластівці солей заліза, що поступінно відкладаються на цідилі призводять до потреби раз за кілька тижнів промивати цідило. Промивають знизу вгору трубою *A* воднораз перемішуючи цідило граблями. На рис. 30 зображені труба *E*, що нею уходить брудна вода від промивання, переливна труба *H*, на те, щоб напір над цідилом (напр., коли він забрудниться) не перевищував 0,4—0,5 м.

Спосіб Піфке (рис. 31) полягає щодо істотного в будованні коксових веж заввишки 2—4 м. Вода розподіляється рівномірно на поверхні коксу і, стікаючи тоненькими струминками, насочується киснем.

Варіантів таких злагод може бути дуже багато.

Знезалізнюючі подеколи обмежуються на самому цідженні із швидкістю 1—4 м/год крізь шар піску завгрубшки 20—30 см, грубістю зерен 1—3 мм, розміщуючи його на підшарку завгрубшки 20 см. Подеколи по аерації і цідженні воду устоюють.

Замість коксових веж за способом Піфке збудовують також дерев'яні градільні або перепускають воду крізь дірчасті дерев'яні корита на декілька поверхів (Харківський водогін).



Напірні способи. З напірних систем ліпші наслідки дає спосіб Гульвер Бред'ів. Апарат (рис. 32) складається щодо істотного з казана, що в нім розміщені на дірчастих залізних днищах двоє цідил—верхнє й нижнє, змішувалки *B*, що в ній змішується нагнічуване компресором повітря з водою, що її подають смоки.

Вода проходить знизу вгору цідило *A* з грубозернистого пористого матеріалу, переливається через трубку *B* і надхо-

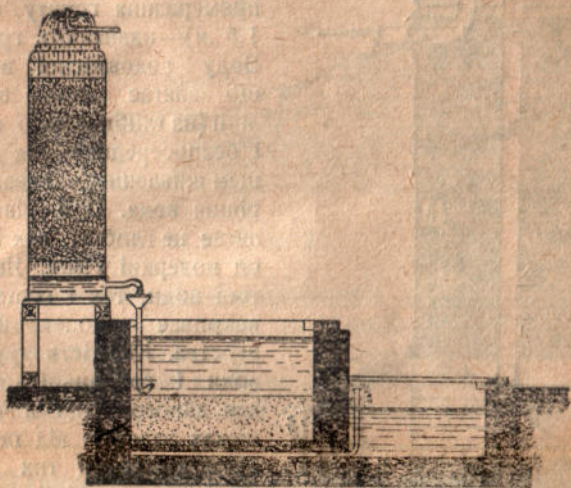


Рис. 31.

дить на нижнє піщане цідило. Повітря в змішувалку надходить під тисненням 6 атмосфер у кількості 6—8% од об'єму води.

Очищають цідила (верхнє по 3—6 тижнях і нижнє—2 рази на тиждень) зворотною течією води. На промивання витрачають од 1 до 1,3% проціджуваної приладом Бредовим води.

Напірні способи мають ту перевагу над самотоковими, що вода проходить апарат під напором і безпосередньо може надходити з них у мережу без пересмокування.

## V. Водопостачання підземних вод

### 1. Класифікація підземних вод

Підземні води розрізняють за глибиною залягання водовмісної верстви, а також за сточищем живлення, тобто звідки надходить вода. Ті води, що є в верхніх верствах землі, у ґрунті на глибині, що не перевищує глибини зимового промерзання ґрунту (із 1—1,5 м)—називають ґрунтові. Воду водовмісної верстви, що залягає глибше від цієї лінії (на глибині мало не 4 м) і безпосередньо під сточищем живлення, називають горішня вода. Цей рівень залягає не глибше, ніж 3—4 м од поверхні землі. Як ґрунтові води, так і горішні не накриває водонепрониклива верства. Кількість ґрунтової води і горішньої хитається для даного місця в чималих межах залежно від пори року й кількості тих опадів, що випадають (під суху пору меншає, а під дощову більшає).

Ті води, що трапляються на значній глибині, нижче від водонепроникливої верстви, мають сточище живлення, віддалене від місця

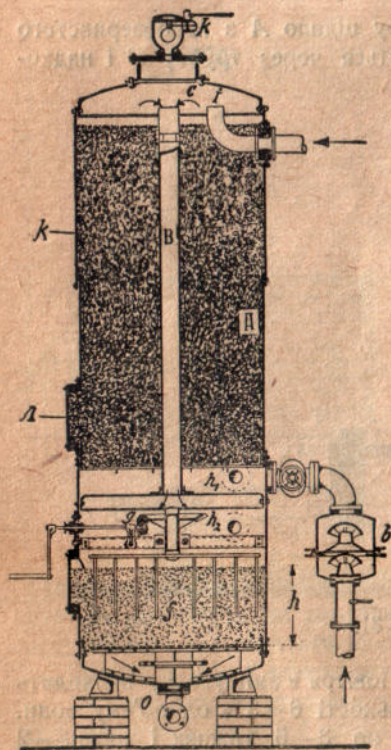


Рис. 32.

знаходження їх. Проходячи чималу путь, вони очищаються, відмінюють часто свій склад, температура їх сталіша, ніж зовнішніх вод. Такі підземні води звать ґрунтові в тому разі, коли вода має вільну поверхню, тобто вони течуть без напо-

ру, а якщо води є під тисненням верхньої або накривної водонепроникливої верстви, їх звать артезійські. На рис. 33 видко, що коли б не було накривної водонепроникливої верстви, вода мала б вільну поверхню, що її зазначено на рисунку 33 крапчатом; якщо прорізати водонепроникливу верству колодязем, то вода піднесеться в нім, як зазначено на рисунку до того рівня, що вона мала б, як би



Рис. 33.

не було верхньої водонепроникливої верстви. Здебільшого ґрунтові води трапляються на глибині із 40 м; глибше 40 м—артезійські води.

Отож, залежно від глибини залягання, сточища живлення і щодо напору підземні води трапляються:

№№	Назва	Приблизна глибина залягання	Сточисще живлення	Щодо напору
1	Ґрунтові . .	до 1 м	} Безпосередньо над водовмісн. рівнем. Віддалене від місця знаходження	Не має
2	Горішні . . .	„ 4,0 м		„
3	Підземні . . .	„ 40,0 „		Не напірні
4	Артезійські .	більш як 40 м		Напірні

Джерельні води звать ґрунтові або артезійські води, що виходять на поверхню землі у формі відкритих потоків.

На рис. 33 зазначені ґрунтові води, горішні, підземні, артезійські й джерельні води.

З ґрунтових вод користаються для потреб водопостачання, а за гігієнічними міркуваннями треба намагатися скористатися з другої водовмісної верстви, що залягає здебільшого на глибині 6—15 м. Збирають ґрунтові води двома відродами споруд: поземними й прямовисними, опис їх наведено нижче. Окрім того, часто-густо на потреби водопостачання користаються з джерел.

## 2. Каптація джерел

Джерела за характером їх виходу на денну поверхню підподіляють на:

а) Догірні, що їх також звать рівнинні, що в них вода підіймається прямовисними ходами на поверхню землі, трапляються найбільше на рівнинних місцевостях.

б) Додільні джерела, часом звані гірські, що в них вода підходить до поверхні землі мало похилими жилами й проверстками, трапляються переважно на узгір'ях, схилах улоговин і водотечних ліній.

Добування джерельної води—являє собою таку злагоду, що полегшує видобутись джерелу на денну поверхню, що вона приймає в себе джерельну воду, яка виходить з ґрунту і що застерігає її від забруднення. Щоб запобігти підпору джерела з каптажною злагоди повинно зробити відвід тієї зайвої води, що надходить. Приклад каптації рівнинного джерела зображено на рис. 34.

У місці, де виходить джерело, зроблено кам'яну водойму-колодязь з одкритим дном і водонепроникливими стінками. Ґрунти, що накривають водовмісну верству, знято. Якщо дрібнозерниста водовмісна верства, на дно колодязя насипають нарінку або скалля.

На рис. 35 зазначено приклад каптації додільного (гірського) джерела. Каптажну камеру відведено вглиб од місця природного виходу джерела так, що глибину джерельного потоку накриває шар ґрунту на 3—4 м. Вода припливає в камеру дренажною трубою і осаджує в першій частині камери ті домішки, що вода їх виносить. Із першого перебору камери вода переливається в другий і далі уходить відвідною трубою. Щоб спускати опади і зайву воду збудовані водо-

спускна й спускна труба, що закрита засувками. Щоб унеможливити каптаж од поверхневих забруднень, природний ґрунт вибито й замінено забутиною глиною.

### 3. Поземні водозбори

Поземні водозбори будують або трубчасті з чавунних, бетонних або штайнгутових труб із рівномірно розподіленими

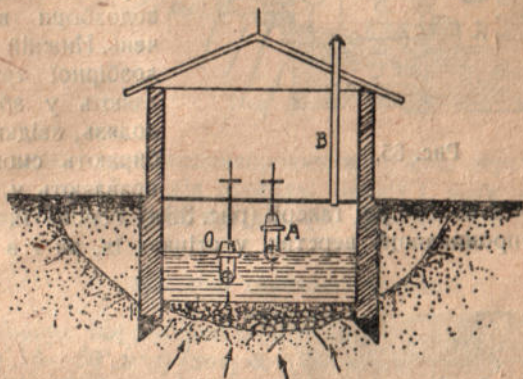


Рис. 34.

на їхній поверхні отворами або у формі галерій. Якщо мала кількість збираної води, то будують дренажні труби з незаправленими стиками. Отвори роблять або круглі в поперечнику не менш як 8 мм або щілинуваті, розмірів 10×100 мм. Поземні водозбори роблять непрохідні (труби) і прохідні (галерії). Розміри визначають залежно від кількості збираної води, швидкості припливу й низки інших умовин. Труби уможують у водовмісну верству і обсипають, вважаючи від труби на зовні, шарами битого каменю (шар 15—25 см, завбільшки 10—15 см)—скалля дедалі меншої грубости, шаром 15—25 см, зерна завбільшки 3—4 см і дрібного хрящу, шаром 10 см. У височину ця оболонка досягає до рівня стояння ґрунтових вод. Коли поземний водозбір залягає на малу гли-

бину, то над ним укладають шар м'якої глини завгрубшки 0,3—0,5 м, він убезпечує водозбір од поверхневих забруднень. Рис. 36.

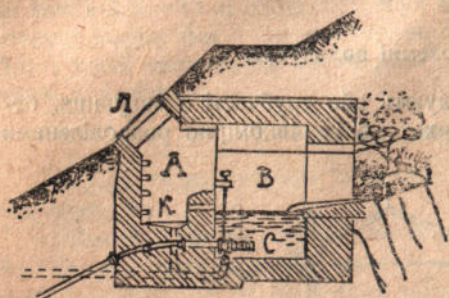


Рис. 35.

Уздовж галерії або труби розміщують дозірні колодязі на взаємних віддаленнях од 20 до 100 м, з них користаються, чистячи водозбори від засмічень. Нижній кінець водозбірної труби вправляють у збірний колодязь, звідки воду забирають смоки й направляють у мережу.

Будуючи водозбірні галерії (рис. 36 а) основи їх умішують на водонепроникливій верстві; у стінках їх, як і в водозбір-

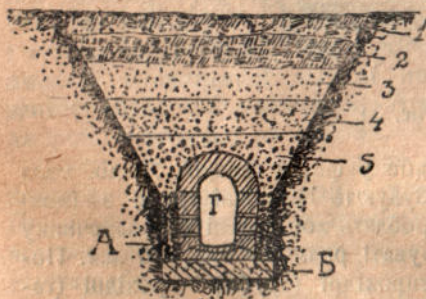


Рис. 36.

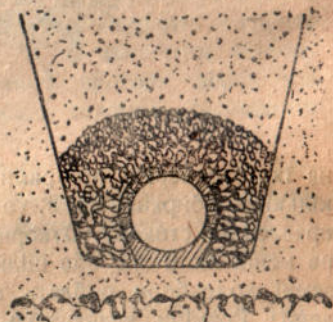


Рис. 36 а.

них трубах, роблять щілини. Зверху й з боків галерію обсипають нарінком.

Дну галерій надають спаду від 1/2000 до 1/4000. Галерії будують прохідні для людей і непрохідні; найменший розмір прохідної галерії 1,6 × 1,7 м.

На рис. 36 а зображено трубчастий водозбір обсипаний каменем, скаллям і хрящем.

На рис. 37 подана схема загального розташування водозбірних споруд за каптації ґрунтових вод трубами й галеріями.

Способу збирати ґрунтові води підземними водозборами тепер уживають рідко, переважно ж, як неглибоко розміщена

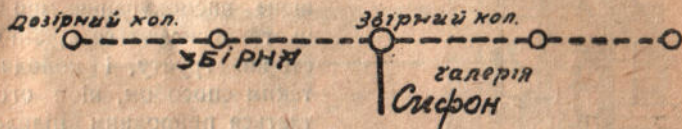


Рис. 37.

під поверхнею землі (водонепроникливий спід верстви лежить не глибше ніж 10 м від поверхні землі) і коли сама водовмісна верства невеликої габриности (не габристше, ніж 5 м).

#### 4. Свердлові трубчасті колодязі

За габриности водовмісної верстви з підземною водою приблизно на 15—50 м збудовують свердлові трубчасті колодязі із залізних, чавунних або мідних труб поперечником щось із 100—500 м. За залізистих підземних вод залізні труби непридатні. Видатність таких колодязів вельми велика, доходить до сотень і тисяч кубічних метрів за добу. Будувати трубчасті колодязі е тепер найпоширеніша метода добувати підземні води.

Трубчастий колодязь проходить водовмісну верству (див. рис. 38) і стоїть долі на водонепроникливій верстві. Вода збирається крізь бічні поверхні труб, що в них роблять звичайно круглі отвори поперечнику 5—10—20 мм. Звичайно, крім тих випадків, коли колодязь проходить грубозернистий хрящовий ґрунт, труби, щоб запобігти забиванню, загортають цідилом—мідною сіткою з вельми малими отворами (рядов'яна тканина). Цідил-мереж не вживають також, як вода надходить із щілинистих порід (прикладом, за крейдянних порід). Забирають воду з колодязя спущеною всередину його трубою, а

Ї роблять або сифонну або всисну. Крім того, в колодязі є спостережна (контрольна) трубка *P* щоб спостерігати рівень

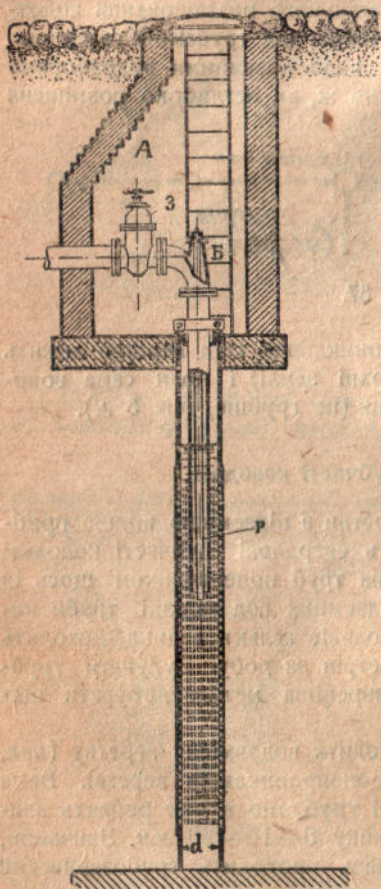


Рис. 38.

грунтових вод. Над колодязем звичайно збудовують шахту *A*. Раніше, ніж пускати колодязь на роботу, переводять так зване будівнє збільшене висмокування, що за нього висисаються дрібні часточки ґрунту, і колодязь, таким способом, ніби огортається природним щідилом.

Як дрібні піски часто вживають штучного обгортання колодязів грубозернистим матеріалом, прикладом, дрібним нарізком  $d = 3 - 8$  мм.

Загальну схему водопостачання трубчастими колодязями показано на рис. 39.

На лінії, нормальній до напрямку руху ґрунтового потоку, збудовують ряд трубчастих колодязів на взаємнім віддаленні на 20—50 м. Із трубчастих колодязів всьда надходить у збірний колодязь *A* великого поперечника і з нього всисають її смоки машинівні *M* і подають далі напірними трубами *H*. Рух води з трубчастих колодязів у збірний відбувається сифонними трубами *m*, *n*, *p*, що їх укладають з невеликими 1/150 — 1/300 (ча-

сом навіть 1/1000 — 1/4000) спадом до збірного колодязя. Перед початком роботи сифона з нього видаляють повітря,



наповнюючи його водою з напірного трубопровода. Повітря видаляють через повітряний ковпак *Б*, що має повітряний грант. Щоб видалити повітря із сифона, придатний також повітросмок; іноді, якщо це неможливо, уживають замість сифонів безпосереднього всисання з колодязів води смоками.

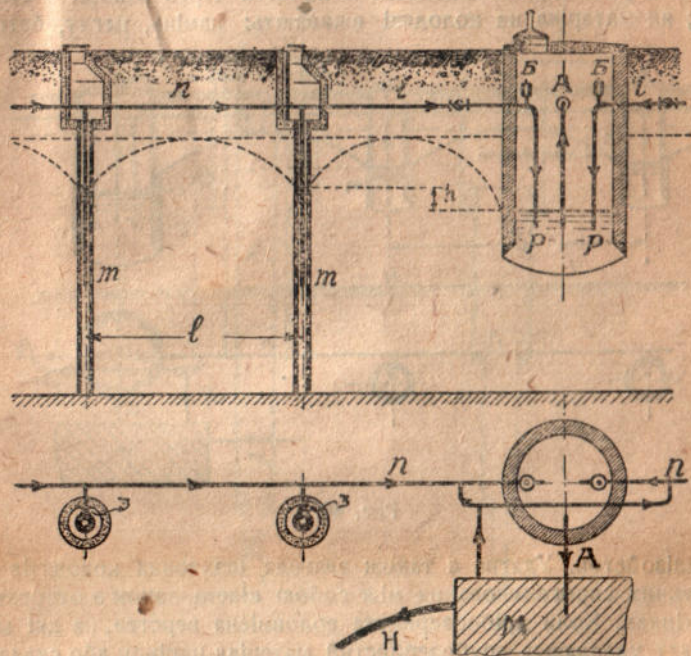


Рис. 39.

Коли збудовують сифони, треба, щоб підвищення верхніх частин сифонних трубопроводів над зниженим рівнем води в колодязях не перевищувало практичної висоти всисання сифонів 6—7 м.

Стики сифонних труб треба старанно закріплювати, щоб не ставалося присисання в трубу повітря.

## 5. Водопостачання за допомогою шахтових колодязів

За грубої водовмісної верстви, що залягає неглибоко під поверхнею землі, збудовують шахтові колодязі поперечнику 1,5—6 м, на взаємнім віддаленні  $l = 100 - 200$  м. Колодязів не доводять до водонепроникливої верстви; вода набігає через відкрите днище колодязя й почасти через отвори в стінках; як матеріял на колодязі вживають: камінь, цеглу, бетон

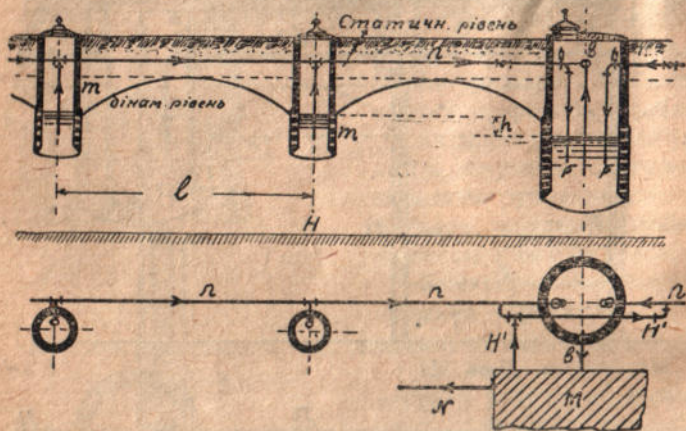


Рис. 40.

і залізобетон. Удатна є також злагодя шахтових колодязів із чавунних спрогоничованих між собою кілець-лажок з отворами в стінках. Коли дрібнозерниста водовмісна верства, на дні колодязя укладають грубозернистий матеріял-нарінок або скалля.

На рис. 40 подана схема злагоди водопостачання за допомогою шахтових колодязів, вона (злагода), як бачимо, подібна до такої ж на трубчасті колодязі.

## 6. Артезійські водозбори

Артезійський колодязь являє собою дуже глибокий, на много десятків і навіть сотень метрів трубчастий колодязь із залізних або чавунних труб, що його будують, уживаючи свердління.

Як вище вже зазначено, артезійською звать ту воду, що є у водовмісній верстві під тисненням-напором, і через це, якщо спустити в таку водовмісну верству порожнисту металічну трубу, що відкрита знизу, вода підніметься від водовмісної верстви такою трубою, і, залежно від величини тиснення, вода підніметься до поверхні землі або спиниться на котрімсь

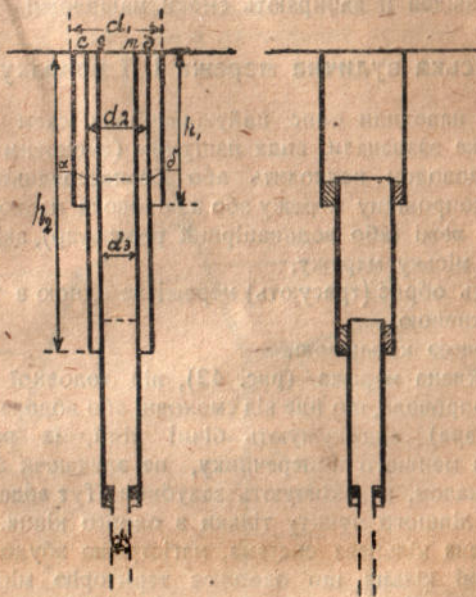


Рис. 41,

рівні труби. Коли глибокі артезійські свердловини, то щоб улегшити спускання цямрових труб, свердловину зміцнюють трубами, що їх поперечних меншає дедалі, як більшає глибина. Див. рис. 41.

У межах артезійської водовмісної верстви (артезійського позему) ставлять дірчасту трубу з щідилом; за щілинистих гірських порід щідил не будують. Кільцеві простори між трубами суміжних колон заповняють цементовим чамуром—там-

понують. Іноді артезійська свердловина перетинає декілька артезійських поземів; у такому разі, якщо є потреба, можна одною й тою таки свердловиною забирати воду із кількох рівнів. У такому разі, коли одної свердловини недосить, збудовують декілька свердловин (аналогічно до трубчастих підземних водозборів), із них вода збігає трубами в збірний колодязь, а звідси її забирають смоки машиновні.

## VI. Міська вулична мережа і її розрахунок

Вище ми наводили опис найуживаніших схем водопостачання. Як уже зазначали, вода напірним (смоковим або самотоковим) водоводом надходить або безпосередньо в міську розвідну водопровідну мережу або з водовода надходить у бак водонапірної вежі (або водонапірний резервуар), звідки вже її розводять у міську мережу.

Складають обрис (трасують) мережі за одною з таких схем:

- 1) розімкненою,
- 2) зімкненою кільцевою.

Як розімкнена мережа (рис. 42), від головної магістралі (тобто трубопровода, що йде від смоковні або водонапірної вежі або резервуара) відгалужують бічні лінії, їх роблять до кінців щораз меншого поперечнику, не злучаючи з котримсь суміжним рукавом, а закінчують зазубнем. Тут вода надходить до першого-ліпшого пункту тільки з одного кінця.

Як зімкнена кільцева система, магістралю збудовують зімкнену у формі кільця, що охоплює територію міста. Часом, залежно від площі міста, будують декілька кілець щоб ліпше забезпечити місто водою, а між ними будують другорядні магістралі і вони вже живлять водою мережу розподільчих труб. На рис. 43 подано схему кільцевих магістралей Московського водогону.

За розімкненої системи, якщо поламається труба, цілий район міста, що лежить поза місцем пошкодження, позбавляється води на весь час ремонту; до того ще в кінцях (зазубнях) мережі постають удари води (гідравлічні вдари), що розхиляють стикові злучення труб. Через це розімкненої мережі вживають тільки тоді, як незмога збу-

дувати зімкнену, прикладом, у селах з одною головною вулицею і бічними, що їх не зв'язують злучні вулиці (містечка, поселки, села тощо).

За кільцевої мережі кожний пункт міста живиться з двох боків, а це забезпечує постачання води без перерв (це найбільш важить під час пожегу).

Часто доводиться вдаватися до змішаної системи, прикладом, як місто з протягненим на чималий простір краєм міста

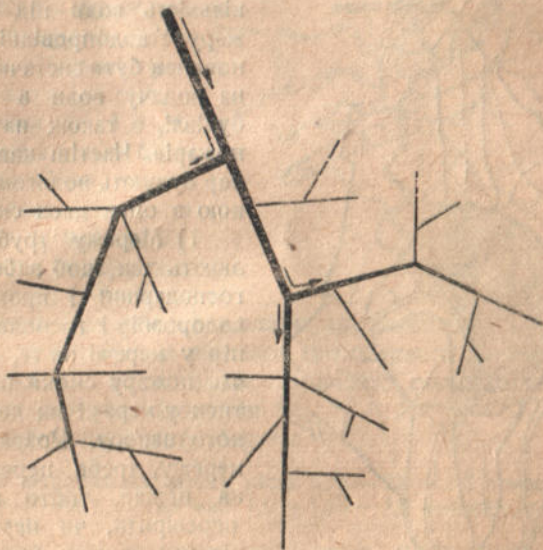


Рис. 42.

(рис. 44). У такому разі місту постачають воду кільцевою системою, від якої йде лінія, що постачає воду краю, вона закінчується зазубнем.

Загальні провідні вказівки в обрисованні водопровідної мережі такі:

1) магістралі повинно розміщати на можливо вищих точках заселеного місця, що йому постачають воду (місто, містечко та ін.) або його районів і

2) магістралі повинно проводити якомога ближче до тих пунктів, де найбільш розбирають воду.

Коли територія міста поземна, магістраля повинна приблизно проходити по середині його. Коли місцевість із спадами, магістраля може йти і по краях міста.

Водопровідна мережа повинна забезпечувати вистачну кількість води на господарчі й промислові потреби, а також повинна перепускати і потрібну кількість води під час пожеги. У водопровідній мережі повинен бути вистачний напір на подачу води в найвищі будівлі, а також на гасіння пожегів. Частіш над усе тепер будують водогони за одною з оцих двох систем:

1) Мережу труб обчислюють так, щоб забезпечити господарчий і промисловий водорозбір і господарний напір у мережі на те, щоб під час пожеги смоки підносили тиск у мережі аж до пожежного напору. Розраховуючи мережу, треба перевірити її на пожегу, тобто потрібно перевірити, чи перепустить під час пожеги сумарну витрату води і господарсько-промислово і пожежну та мережа, що її розраховувано на господарчу й промислово

витрату води; при цьому беруть до уваги те, що за пожеги швідкості в мережі можна дозволити далеко більші, ніж за нормальної роботи. За такої схеми смоки повинно обчислювати на збільшене тиснення і збільшену витрату води під час пожеги. Якщо смоки насокують воду не безпосередньо в мережу, а прикладом, у водопровідний бак, то треба перед-

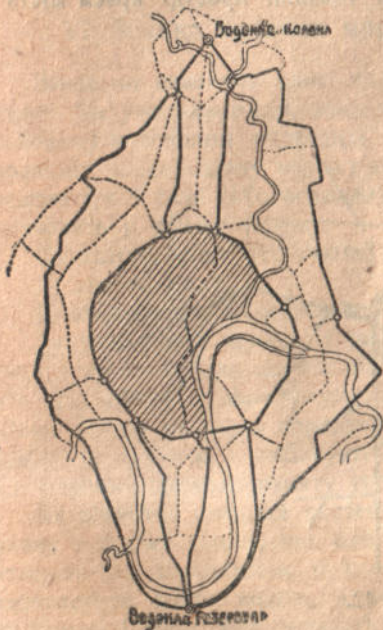


Рис. 43.

бачити перемикання під час пожерів роботи смоків безпосередньо в мережу, а на це повинно прилучити напірну магістралю, що підводить воду в водонапірну вежу від смоків, з розвідною магістраллю від водонапірної вежі; звичайного часу злучна злагода перекрита засувками.

2) Напір під час гасіння пожеру не підвищується в мережі, (навіть дозволенне є його зменшення до 1,0 атмосфери), а тільки більшає відповідно подача води. Гасять пожеар за допомогою пересувних пожеарних смоків, що беруть воду з пожеарних грантів (гідрантів) пожеарними кишками.

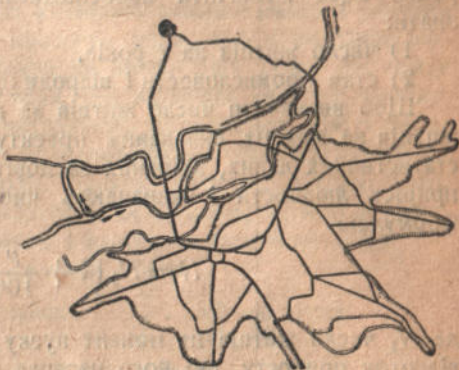


Рис 44.

Висоту потрібного вільного господарного напору в мережі беруть на 4—10 м більш од висоти розміщення грантів у найвищих поверхах будинків.

Звичайно цю висоту беруть:

для центральних частин міста 1,75 — 2,0 — 2,5 атмосфери,  
для крайніх частин міст 1,0 — 1,25 — 1,5 атмосфери.

Вільний напір у пожеарних грантах під час пожеару (коли злагода за схемою 1) повинен бути  $3\frac{1}{2}$  — 4 —  $4\frac{1}{2}$  атмосфери (технічна атмосфера = 10 м водяного стовпа).

Щоб мати змогу визначити розміри споруд проєктованого водогону, потрібно знати кількість (витрату) води, що її споживатиме дане заселене місце. А як водогін повинен задовольняти потреби людности, не перебудовуючися протягом кількох років, то обчислюють не на водоспоживання під момент проєктування водогону, а на водоспоживання за загадуване наперед число років роботи водогону без перебудовання. За наших умовин ми вважали б для тих міст, що потрапляють

у сферу хуткої і визначної індустріялізації та розширення, визначати розрахункове число років  $t = 10 - 15$  років, а для міст, що їх хутке збільшення не передбачається  $t = 35 - 40$  років. Щоб визначити водоспоживання за  $t$  років потрібно знати:

1) число житців за  $t$  років,

2) стан промисловости і відроди промисловости за  $t$  років.

Щоб визначити число житців за  $t$  років, виходять із числа житців на момент складання проекту, визначають на основі статистичних даних, зібраних за довгий час, пересічний річний приріст людности і визначають число житців за  $t$  років за формулою

$$N = N_1 \left( 1 + \frac{p}{100} \right)^t,$$

де  $N_1$  число житців на момент пуску водогону,  $p$  — щорічний відсоток приросту, що його наперед можна було взяти пересічно  $= 2,5\%$ ,  $t$  — розрахункове число років,  $N$  — число житців по  $t$  роках. Коли можна передбачити, складаючи проекта, що протягом ряду  $t_1$  років відсоток приросту становитиме  $p_1$ , а наступного ряду  $t_2$  років, інший відсоток приросту  $p_2$ , а  $t_1 + t_2 = t$ , то формулу слід розчленувати

$$N = N_1 \left( 1 + \frac{p_1}{100} \right)^{t_1} \times \left( 1 + \frac{p_2}{100} \right)^{t_2}.$$

Остання формула може набути застосування особливо тепер, коли протягом ряду років індустріялізації котрогось міста відсоток приросту буде побільшений, а потім може зменшитись до нормального відсотку. Взагалі ж, вважаючи на трудність визначити наперед за цілий ряд років відсоток приросту, часто визначають коефіцієнт зростання, тобто те число, що означає в скільки разів більшає людности:

$$\frac{N}{N_1} = \alpha;$$

звичайно  $\alpha$  беруть для міст з мало розвиненою промисловістю  $\alpha = 1,4 - 1,6$  і для міст з дуже розвиненою промисловістю



$\alpha = 2,0 \div 2,5$ . Ми радимо, визначаючи  $\alpha$ , якомога зважити на місцеві умовини й перспективні пляни розширення міста і розросту промисловости. Далі визначають витрату води в даному місті, що вона має бути в місті, коли збудують водогін.

Водоспоживання в місті хитається різними днями і різними годинами доби. Якщо ту кількість води, що її витрачає людина протягом року, поділити на число днів року, то вийде пересічна добова витрата води, що припадає на одну людину.

У каналізованім місті витрачають води більш, ніж у неканалізованім. У самім місті водоспоживання різне для центральних частин міста і для країв. Радять виходити з таких норм для пересічної душевої витрати води за добу; ці норми ухвалив 2 Всесоюзний водогінний і санітарно-технічний з'їзд:

а) як каналізований заселений пункт:

по центральних частинах . . . . .	60—80 літрів
на краях . . . . .	25—30 "

б) як неканалізований заселений пункт:

по центральних частинах . . . . .	30—35 літрів
на краях . . . . .	20—25 "

Витрату води на промислові потреби, на лазні, пральні й різниці, а також на поливання визначають окремо за дійсною потребою, і тоді можна керуватися нижченаведеними нормами. Витрату цю прилічують до витрати води, що її споживає людність на пиття і на господарчі потреби (тобто наслідок множення розрахункового числа житців на норму водоспоживання).

Для броварень на 100 літрів пива . . . . .	300 — 500 літрів
Для різниць на голову зарізаної худоби:	
дрібної . . . . .	200 літрів
великої . . . . .	400 "
або (для міст, де житців 20.000 — 25.000 чоловіка) за годину . . . . .	4250 — 4500 літрів
Для хлібень на 100 кг борошна . . . . .	60 — 80 "
або на 1 кг хліба, що його саджають . . . . .	1,5 — 1,7 "
Сукнарні на перетворення 1 кг шерсти на сукно . . . . .	1000 "
Чинбарні на виготовлення 1 кг підшовного ременю . . . . .	70 "
Цукроварні на перероблення 100 кг буряків . . . . .	1.800 "

### Металургійні заводи:

На 1 тону чавуну: охолодження дом. печі	24 м <sup>3</sup>
Газоочищення . . . . .	19 "
Грануляція . . . . .	1,2 м
Розливочна машина . . . . .	0,25 "
Рудні на кожну пудлінгову піч за годину або робітника за добу . . . . .	750—1.000 літрів 1.000—2.000 "
Сталелварні на кожного робітника за добу Механічні майстерні на робітника за го- дину . . . . .	1.000—2.000 " 10 "
На одне паротягове стійло головних май- стерень за добу . . . . .	10 м <sup>3</sup>
На одне протягове стійло в майстернях депо за добу . . . . .	5 м <sup>3</sup>
Витрата в ди на промиття одного пар- тяга (довгість промивання 2 години) .	20—25 м <sup>3</sup>

### У л а з н я х:

На одного одвідача по провінціяльних містах . . . . .	85—100 літрів
По великих містах . . . . .	125—180 "
Теж, коли є душі . . . . .	160—220 "
На одну душ . . . . .	60—70 "
На одну ванну (з душшою) . . . . .	350—500 "
Пральні на 100 кг білизни . . . . .	3750 "
У лікарнях: на одного хворого за день .	500—800 "

### П о л и в а н н я:

Одноразове поливання вулиць на 1 м <sup>2</sup> площі рівного бруку . . . . .	1 "
Одноразове поливання вулиць на 1 м <sup>2</sup> площі із скалинною покривою . . . . .	1,5 "
Одноразове поливання сада, двора і пішо- ходів сухого дня на 1 м <sup>2</sup> площі . . . . .	1,5 "
Теж, города на 1 м <sup>2</sup> площі . . . . .	1,5 "
Громадський водограй як до величини — протягом одної години його чину . . . . .	10.000—100.000 літрів
По сільських місцевостях поливання 1 м <sup>2</sup> площі города від . . . . .	1,0—3,0 "
Напування і чищення одного коня . . . . .	50 "

### Напування одної голови худоби за день:

В великої дорослої . . . . .	40—50 "
Молодої з породи великої . . . . .	25 "
Свиней . . . . .	13 "
Теляти або вівці . . . . .	8 "

Отак визначиться добова витрата води цілого міста  $S$ .

Пересічна годинна витрата води  $= \frac{S}{24}$ . Але розраховують труб-

ну мережу, а також і смітки, якщо вони подають воду безпосередньо в мережу за найбільшою годинною витратою за день найбільшого водоспоживання. Таку розрахункову годинну витрату

$$= A \frac{S}{24},$$

де  $A$  беруть для каналізованих міст  $= 1,50$  —  $1,75$  — для неканалізованих міст  $= 1,90$  —  $2,70$ ; розрахункова секундна витрата  $= A \cdot \frac{S}{24} \cdot \frac{1}{3600}$ .

А як різні частини міста мають неоднакову гущину залюднення, а також через те, що є окремі великі споживачі води—промислові заклади та ін., то слід поділити місто для розрахунку на частини і визначити розрахункові витрати на кожну частину окремо. Здебільшого роблять розрахунок тільки на мережу магістральних труб; малу ж розподільчу мережу труб, що лежить у середині магістральних кілець, до обчислення не беруть; взагалі ж не слід визначати поперечників труб, менших за 100 мм.

Магістральна лінія на протязі якоїнебудь своєї ділянки має ту витрату, що її вона віддає трубою; так звану дорожню витрату, а також витрату води, що віддає магістраль на дальших ділянках, так звана транзитна витрата. Якщо означимо  $Q_p$  — розрахункову витрату на ділянці, що для неї визначають поперечника труби, через  $Q_m$  — транзитну витрату на тій таки ділянці і  $Q_g$  — дорожню витрату, то до розрахунку слід брати

$$Q_p = Q_m + 0,55 Q_g.$$

Насамперед, робивши розрахунок, визначають дорожні витрати по ділянках магістралей; на це секундну витрату за годину й день найбільшого водоспоживання, що її визначили для тієї частини міста, яку живить розраховувана магістраль та її відгалужки, ділять на довжину магістралі, і виходить так звана питома витрата води  $= \frac{Q}{L}$ ; потім послідовно від кінця магістралі обчислюють дорожні, транзитні і розрахункові витрати по окремих ділянках магістралі (звичайно довжини ділянки сходяться з довжинами кварталу). Визначивши

витрати води, заходжуються коло швидкостей в межах від 0,35 до 1,0 м/сек, далі визначають поперечники труб за формулою

$$d = \sqrt[4]{\frac{4 Q}{\pi v}}$$

де  $Q$  — витрата в кубічних метрах на секунду,  $v$  — швидкість у метрах на секунду;  $\pi = 3,14$ ;  $d$  — шуканий поперечник.

Бажано не визначати малих швидкостей, бо це спричиняється до потреби побільшити поперечник труб. Далі визначають втрати напору по окремих дільницях; втрати напору стаються через тертя води об стінки труби. Для цього звичайно користуються з таблиць, складених на підставі формули Шезі

$$V = C \sqrt{R J},$$

де  $V$  — швидкість у м/сек, а  $R$  — гідравличний радіус, що дорівнює для труб круглого перекрою  $\frac{D}{4}$ , де  $D$  — поперечник труби,  $C$  — коефіцієнт опору руху води, визначуваний за одною з численних формул, що призначені на цю потребу. Найуживаніша є скорочена формула Гангільє й Куттера, за якою

$$C = \frac{100 \sqrt{R}}{b + \sqrt{R}},$$

де  $R = \frac{D}{4}$  (як зазначено вище)  $b = 0,25$ .

Розрахункові таблиці наведено в кінці книги<sup>1)</sup>; у них подано втрати напору на одиницю довжини трубопроводу. Щоб визначити втрату напору на котрійсь дільниці, слід відповідно табличну втрату напору помножити на довжину дільниці.

Розрахувати розімкнену мережу не становить труднот, але щоб розрахувати кільцеві мережі потрібні певна навичка й уміння. За кільцевої системи потрібно поперечники добрати

<sup>1)</sup> Проф В. Ф. Иванов. „Таблицы для расчета водопроводных и канализационных труб по формуле Гангилье Куттер“.

так, щоб до місця зустрічі потоків води по різних магістралях, вода надійшла з однаковим напором. Потрібний напір у початковій готці розвідної мережі (коло смоків або височина розміщення низу бака водонапірної вежі) визначають, як суму втраг напору від початкової точки до найвіддаленішого пункту, що йому постачають воду (йдучи в напрямі руху води) плюс потрібний вільний напір у вуличній мережі (див. вище) плюс (якщо є підвищення) різниця висот місцевості і початкової точки або мінус (якщо є спад місцевості) різниця позначок початкової і кінцевої точок.

Зробивши розрахунок мережі, слід її перевірити на перепуск пожежної витрати води (див. вказівки вище). На це задаються одним (у дальній частині міста) або двома (по різних частинах міста) пожарами і перевіряють перепускальність мережі, швидкості ж дозволяються до 1,5—1,75 м на секунду й більше. Витрату води в літрах на хвилину на 1 пожар беруть:

	Людність міста	Витрата води на 1 хвилину на 1 пожар
1. Дуже великі міста з числом людности . . . . .	350 000—500.000	2.400—900
2. Великі . . . . .	200.000—350 000	1.800—900
3. " . . . . .	75.000— 20.000	1.500—600
4. Середні . . . . .	25.000— 75.000	900—600
5. Малі . . . . .	10.000— 25.000	600—300
6. Села з числом житців, меншим за . . . . .	10.000	300

## VII. Споруди на вирівнювання витрати і тиску в мережі

Вирівняльні споруди зуть ті споруди, що правлять за вирівнювачів витрати і тиску в мережі. Водоспоживання, як уже зазначали, одбувається протягом доби нерівномірно, через це, коли безпосередньо нагнічують смоки воду в мережу, доводилося б держати нерівномірну роботу смоків, а це становить деякі труднощі з експлуатаційного погляду, а також (надто як малі водопровідні мережі) шкідно позначається на трубній мережі, спричиняючи вдари води (так звані гідравлічні удари) і тим розладжуючи злуки труб. Вирівняльні споруди, водонапірні вежі й резервуари дають змогу держати

рівномірну роботу у смоків, збираючи воду під години меншого водоспоживання і віддаючи під години більшого. Розташування вирівняльних споруд наводили вище, описуючи схеми водогонів. Іноді обмежуються тільки на вирівнюванні тиску в мережі; такі споруди звуть водонапірні колони, вживають їх у нас рідко.

Коли є природна підвищена місцевість, у межах міста або поблизу його звичайно будують водонапірний резервуар, а як нема такої — водонапірну вежу.

Місткість водонапірних резервуарів звичайно беруть од 0,30 до 0,50 розрахункового добового водоспоживання міста. Місткість баків водонапірних веж визначають — 0,25 — 0,30 од розрахункового добового водоспоживання міста.

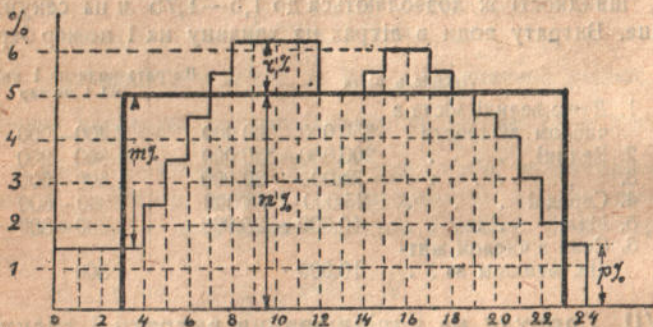


Рис. 45.

Водонапірні баки, а також резервуари будують так, щоб під години збільшеного водорозбору (прикладом од 6 год. ранку до 7—8 год. веч.) дати мережі потрібну додаткову кількість воли до тїєї, що її постачають смоки, а також на те, щоб мати змогу вимкнути смоки з роботи (на 2—3 години) на огляд їх і малий ремонт. Очевидно в залежності від того, як спроектували роботу смоків чи рівномірну чи нерівномірну, з перервами або ні, а також от части хитань водоспоживання в даному місті матимемо потрібну місткість бака. На рис. 45 подано при-

клад графіка водоспоживання рівномірної роботи смоків із перервою від 23 до 3 години і баланси витрат води. На рис. 46 подано той таки графік водоспоживання з рівномірною неперервною 24-годинною роботою смоків, що подають щогодини не 24, а з додатковим увімкненням смоків од 6 до 19 години з годинною подачею 4% од добової витрати. Очевидно в останнім випадку наслідком близької відповідности роботи смоків до графіка водоспоживання потрібна місткість бака вельми мала і становить ва графіком тільки 5,5%, а із

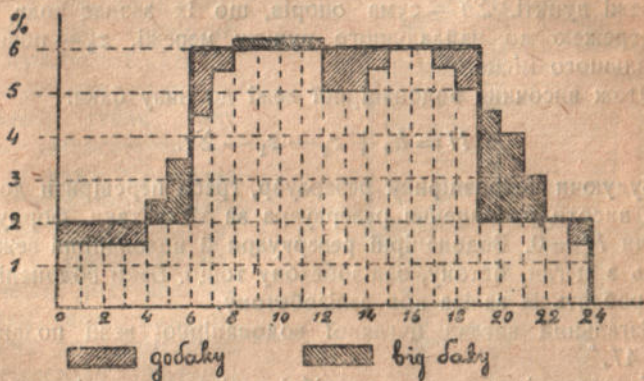


Рис. 46.

запасом 7 — 7,5%. Очевидно таке розв'язання можливе, але ми вважали б за доцільне надто для міст середніх і малих розмірів додержувати норм, близьких до вищезазначених 0,25—0,30 від розрахункового добового водоспоживання. Щоб визначити місткість баків водонапірних, вевж можна також користатися з формули

$$W = 0,25 Q + 216 \text{ м}^3,$$

де  $Q$  — пересічна добова витрата на кубічні метри. Другий член формули дає витрату на гасіння пожару згідно, з нормами НКВС з 6 лютого 1928 року.

Для поселкового водопостачання проф. В. Ф. Іванов пропонує полегшену формулу

$$W = 0,10 Q + 120 \text{ } ^1).$$

Височину водонапірної вежі визначають за таким виразом

$$H + z_1 = h_0 + \Sigma h + z_2,$$

де  $H$  — височина водонапірної вежі до низу бака,  $z_1$  — позначка місцевости, де стоїть вежа,  $h_0$  — потрібна висота вільного напору в вуличній мережі в найдальшому від водонапірної вежі пункті.  $\Sigma h$  — сума опорів, що їх зазнає вода, йдучи мережею до найдальшого пункту мережі,  $z_2$  — позначка найдальшого місця.

Отож височина водонапірної вежі до низу бака:

$$H = h_0 + z_2 - z_1 - \Sigma h.$$

Будуючи водонапірний резервуар, треба перевірити достатність висоти розміщення резервуара за тією таки формулою, беручи  $H = 0$ . Водонапірні резервуари й водонапірні вежі будують з цегли, бетону, залізобетону тощо. Баки водонапірних веж роблять із заліза або залізобетону.

Загальний вигляд цегляної водонапірної вежі подано на рис. 47.

У водонапірних вежах потрібні такі прямовисні трубоводи-стояки:

- а) нагнітний, що ним вода надходить у бак,
- б) розгалузний, що ним подають воду з бака в мережу,
- в) запобіжний (яловий), щоб запобігти переповнення бака,
- г) спускний, щоб цілком спорожнити бак і щоб видаляти осади, що скупчуються на дні бака.

Нагнітний і розгалузний стояки можна замінити одною трубою, якщо водонапірна вежа розміщена в кінці мережі (править за контр-резервуар).

На рис 48 і 49 подано декілька прикладів розміщення стояків і засувок. На рис. 48 дана звичайно вживана схема устаткування башні з одним баком. А — нагнітний стояк

<sup>1)</sup> Проф. В. Ф. Іванов. „Водоснабжение и канализация поселков“ 1927 г.



*В*—розгалузний стояк; *Е*—спускна труба, злучена із стояком *Д*; засувка *С* править для безпосереднього прилучання, оминаючи бак, нагнітної й розвідної труби (прикладом, на випадок пожежу).

На рис. 49 подана схема, де нагнітний і розгалузний стояки з'єднано на один загальний стояк. Таку схему застосовують тоді, як вежа розміщена на протилежнім кінці мережі (контр-резервуар), а також, як постачають воду великим містам, коли бака не можна розрахувати як вирівнювача витрати води, і вирівнювання витрати досягають переважно нерівномірною роботою смоків; вежа ж регулює найголовніше напір у мережі (держить його сталим).

Усі труби, проводячи їх через днище бака, треба так розмістити, щоб вони не потрапляли на стики його листів і, щоб запобігти просочування води через дно бака, ставити в

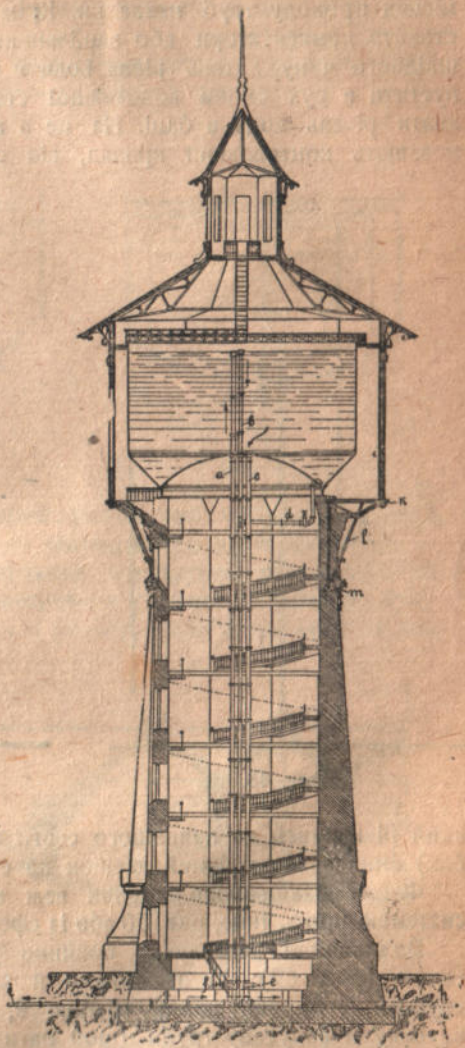


Рис. 47.

місцях проходу труб накладки. Крім цього, на труби треба ставити компенсатори або защілки, щоб позбавити сили шкідного чину хитань рівня води в баці на злуки їх. Щоб пустити в рух смоки водотяжної станції, машиністові треба знати рівень води в баці. На це в водонапірній вежі установляють контрольний прилад, він складається з поплавця,

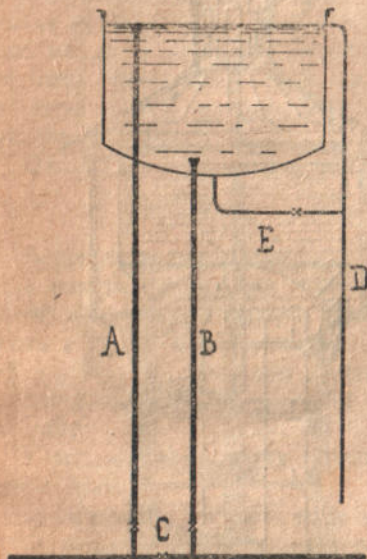


Рис. 48.

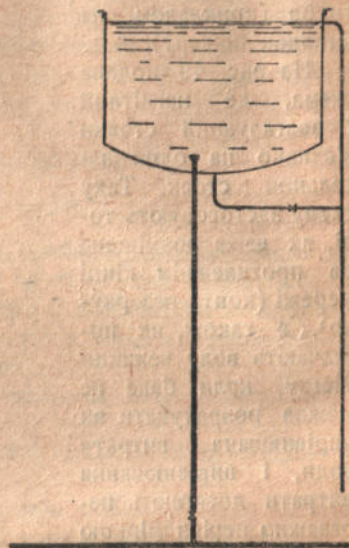


Рис. 49.

який піднісшись до найвищого свого стану (коли наповнений бак) вмикає електричний дзвінок на станції.

Форму бакам водонапірних веж надають частіш або за системою проф. Інце, рис. 50 або із сферичним днищем, рис 51.

Водонапірні резервуари повинні устаткувати такою злагодою (рис. 52): 1) заслінками й засувками, 2) впускною трубою 1, 3) випускною трубою 2, 4) трубою, що злучає впускну й випускні труби (щоб мати змогу вмикати резервуар), 5) переливом (*u*) 6) трубою на спорожнення (*z*), 7) при-

строями на провітрення і освітлення, 8) водовказами рівня води в резервуарі.

На рис. 52 означені через: *z* — підвідна труба, *A* — розвідна труба (в мережу), *R* — зворотний хлипак.

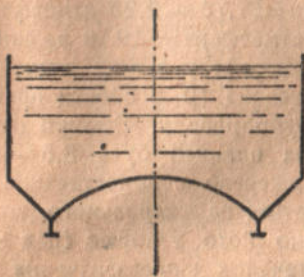


Рис. 50.

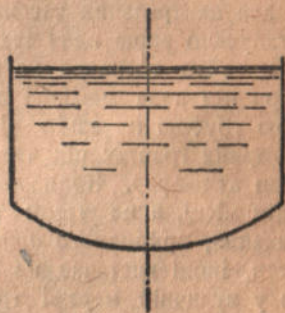


Рис. 51.

Крапчком означені перегородки, що правлять до того, щоб вода циркулювала і не застоювалась у резервуарі.

На рис. 53 подано приклад конструкції резервуара, доцільного за будування в нетривких ґрунтах. Резервуари будують у висипу, часом їх на котрусь гли-

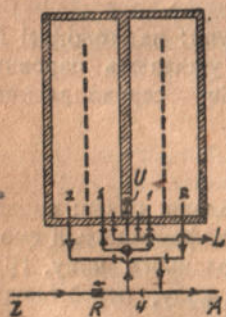


Рис. 52.

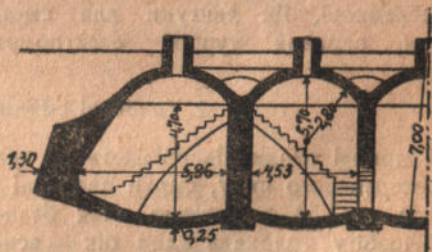


Рис. 53.

бину спускають у землю. Треба їх будувати щонайменше з двох переборів, щоб мати змогу вимкати одного на той випадок, коли б зайшла потреба ремонтувати.

## VIII. Смоки і смоковні

Будуючи водогона, не часто щастить приставити воду під достатнім природним напором у залюднене місце, що йому постачають воду. Висота вільного напору у вуличній мережі труб для центральних частин міста = 1,75 — 2,25 атмосфери. Як згадувано вище одна технічна атмосфера = 10 м водяного стовпа, тобто тиснення на одну атмосферу є таке тиснення, що при ній вода могла б піднятися на 10 м висоти прямою трубою на данім місці трубопроводу. Вільний напір у пожарних грантах під час пожара повинен бути 3,5 — 4,5 і більш атмосфер. Коли лежить джерело водопостачання на високім місці, а це часом трапляється за джерельного водопостачання, природного напору, що його утворює спад місцевости, іноді вистачає на забезпечення вищезазначених напорів у вуличній мережі труб. Звичайно ж доводиться воду для подачі в трубну мережу нагнічувати смоками. Як є споруди очищати воду, подекуди заходить потреба піднести воду попереду на очисні споруди, а потому вже очищену воду нагнічувати трубопроводом у водопровідну мережу (або безпосередньо, або в водонапірну вежу, водонапірний резервуар); у такому разі розрізняють смоки першого піднесення і смоки другого піднесення.

Смоки підподіляють на дві головні групи: на толокові й відосередкові. Як двигуни для смоків уживають парових машин, парових турбін, електромоторів, середопальних рушів.

### 1. Толокові смоки

Толокові смоки підподіляють на три головні групи: смоки безпосереднього чину, смоки двочинні та диференціальні смоки. На рис. 54 зображено смок безпосереднього чину. Під час перебігу толока в один бік — всисає воду, перебігаючи назад — нагнічує в напірну трубу.

Двочинний смок (рис 55), рухаючись у той чи той бік, і всисає і нагнічує воду. Смоки безпосереднього чину підносять воду поштовхами; двочинний смок подає воду непереривно, хоч і нерівномірно. Комбінація з двох-трьох двочин-

них смоків зменшує нерівномірність. Диференціальний смок (рис. 56) має, як іде на повний хід уперед і назад, один всисний і два нагнітні періоди, тобто, маючи тільки двоє

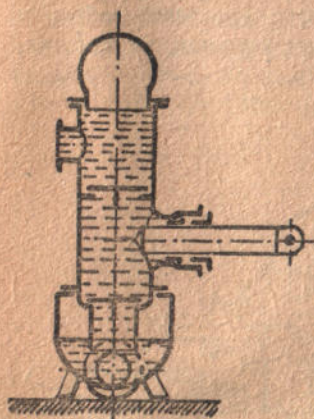


Рис. 54.

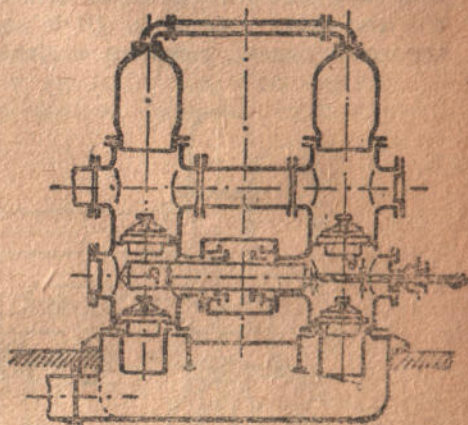


Рис. 55.

хлипаків, чинить під час нагнічування, як двочинний смок з чотирма хлипаками.

Потужність смока визначають за формулою

$$N = \frac{Q \times H}{\eta \times 75}$$

де  $N$  — потужність смока на механічні коні,  $Q$  — подавана кількість води на літри за секунду,  $H$  — сума висот піднесення води, всисання і втрата напору в трубах на метри,  $\eta$  — сучинник видатности, що він дорівнює для толокових смоків 0,80 — 0,90.

Процес всисання в толоковім смоку виникає наслідком того, що в циліндрі і всисній трубі постає розрідження під час перебігу толока, і атмосферне (зовнішнє) тиснення вганяє воду у всисну трубу.

Теоретично висота всисання = 10 м (відповідно до атмосферного тиснення), практично ж менша і її можна взяти =

5,5 — 6,0 м. Вельми істотну частину смока являють хлипаки, що автоматично відкриваються під чином тиску витікання, а як меншає тиск, автоматично закриваються під чином власної ваги або напруги пружини. Толоків уживають кружальних або стеблових — пурначів. Щоб досягти спокійної роботи в толокових смоках, уживають повітряних ковпаків, як всисних,

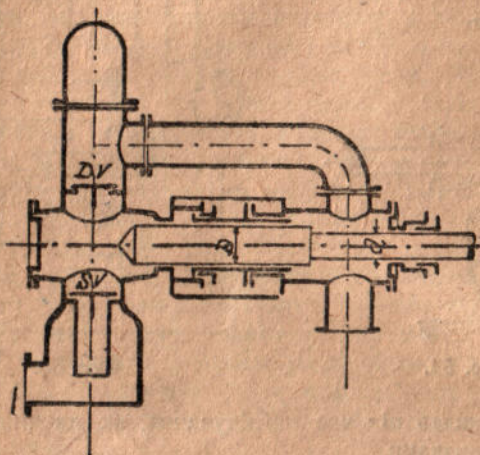


Рис. 56.

так і нагнітних. Толокові смоки будують і поземного і прямо-висного типу. На рис. 57 показано поземний смок Вортінгтона.

## 2. Відосередкові смоки

Останніми часами толокові смоки поступінно випирають відосередкові. Далі ми наводимо головні переваги устав з відосередковими смоками над уставами з толоковими смоками. Чин їх в основному полягає ось у чім: через обертання колеса з лопатями — лопатками, усередині смока постає розрідження, наслідком цього вода надходить у смок всисною трубою. На рис. 58 зображено відосередковий смок з одним робочим колесом без напрямного апарата. *К* — зображає колесо

з лопатками, *B* — смокову камеру. Вода надходить до середньої частини камери через всисний трубопровід *C*, що має всисну сітку і приймальний хлипак. Пройшовши через робоче колесо і збільшивши відповідно свою енергію, вода входить у скойкоподібну камеру, що до неї прилучено напірний трубопровід *E*. Часто у відосередкових смоках злягоджують, так званого, напрямного апарата, що має призначення перетворювати як слід швидкість (зменшуючи швидкість, побільшувати

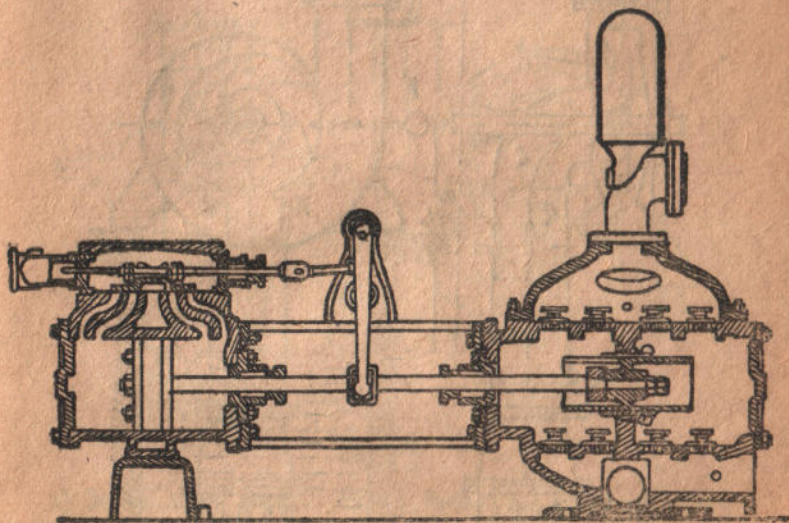


Рис. 57.

тиск). У таких разі вода, вийшовши з робочого колеса, надходить у напрямний апарат і з нього в камеру. Направний апарат (дифузор) буває з лопатками (нерухомими) і без лопаток. На рис. 59 зображено відосередковий смок з напрямним апаратом з лопатками.

Надходження води із всисної труби у смок буває однобічне й двобічне. На фігурі 58 однобічне, на фігурі 59 двобічне. Відосередкові смоки з напрямним апаратом іноді звать турбінні смоки. Відосередкові смоки з одним робочим

колесом мають висоту подачі до 40 м<sup>1</sup>). Більшого напору досягають послідовно, уставляючи декілька коліс—многосхідчастий (многокамерний смок). Кожна передуща камера під-

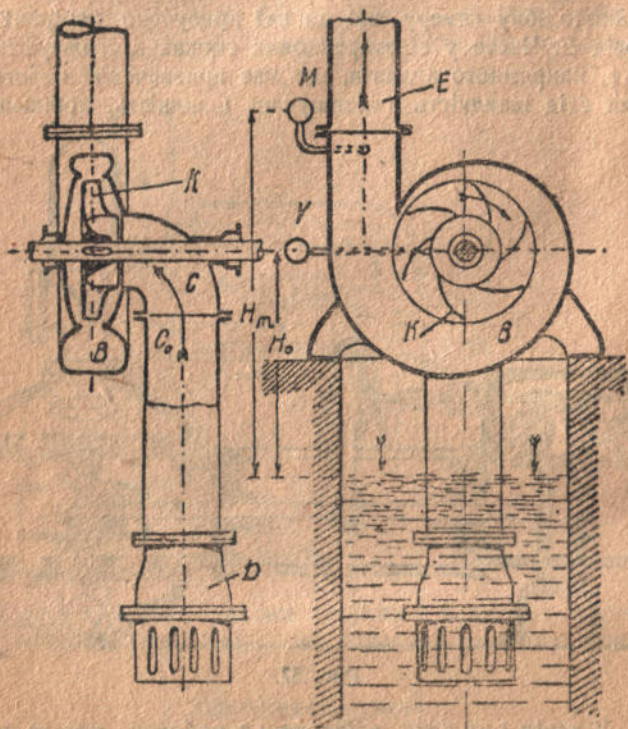


Рис. 58.

водить воду до центральної частини дальшого колеса. (Див. рис. 60).

Практично досягли в многосхідчастих смоках висоти піднесення на 2000 м.

<sup>1</sup>) У сучасних смоках великої міцності висота подачі на одно колесо досягає до 140 м.



Як двигуна до відосередкового смока (а він робить, загалом беручи, велику кількість обертів) частіш над усе вживають електромотора, злучуваного безпосередньо на однім валі із смоком.

Часто вживають також безпосередньої злуки парової турбіни з відосередковим смоком (турбосмок). Відосередкові смоки можна підподілити на такі типи:

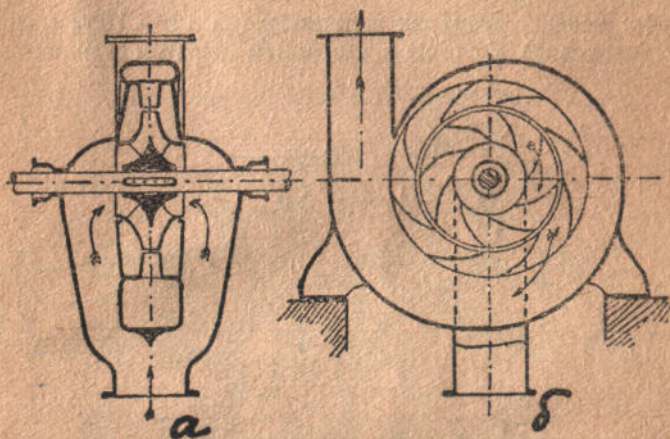


Рис. 59.

а) За висотою подачі: смоки низького тиску (приблизно із 15 метрів), смоки середнього тиску (приблизно із 40 метрів) і смоки високого тиску (понад 40 метрів);

б) За числом установлюваних коліс послідовно: односхідчасті, двосхідчасті, многосхідчасті смоки або рівнобіжно: ординарні, подвоєні, потроєні тощо;

в) За способом підводити воду з робочого колеса в напірну трубу: смоки без напрямного апарата і смоки з напрямним апаратом без лопаток і з лопатками (турбінні смоки);

г) За розміщенням вала: смоки з поземним валом і смоки з прямовисним валом.

Переваги відосередкових смоків, як порівняти їх до толокових: малий об'єм і небагато забирають місця, мінімальний роз-

мір фундаментів, менша вартість самого смока, приміщення, установлення, експлуатації (приблизно в 3 рази проти толокових. Нема хлипаків, простість злуки з двигуном). Безпосереднє прилучення до електромотора або парової турбіни регулювати подавану кількість води і напір. Нема всисних і напірних ковпаків, велика практична висота всисання (досягає із 8 м) і менша засмічуваність.

Хиби: менший сучинник видатности (на 10 — 15% менше, ніж у толокових). У смоків з напрямним апаратом сучинник ви-

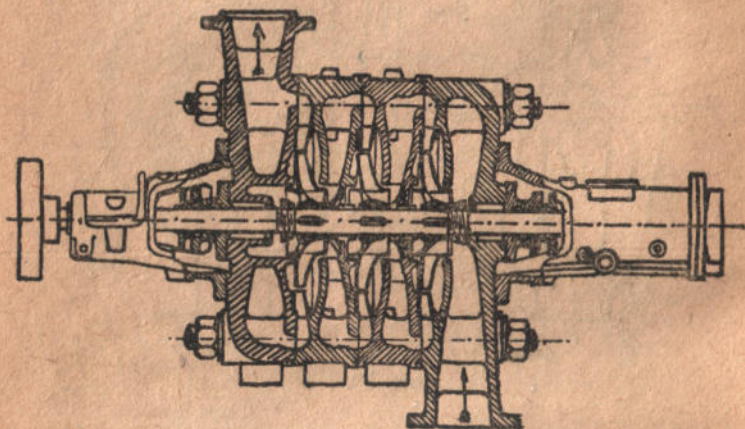


Рис. 60.

датности досягає 0,80 — 0,85; без напрямного апарата 0,60 і менше; трудніше, ніж толокові, пускати в роботу (конче треба заливати всисну трубу <sup>1)</sup> і не відразу з момента пуску може перемогти тиснення в напірній трубі); незмога з конструктивних міркувань збудувати смок на малі кількості води.

Кожного відосередкового смока збудовано на певну видатність  $Q$ , висоту піднесення  $H$  за певного числа обертів  $n$  за хвилину і за відповідних умов роботи сучинник видатности  $\eta$  буде найкращий. За іншого числа обертів  $n$ /хвил.,  $\eta$  меншає.

<sup>1)</sup> Тепер виготовляють уже самовсисні смоки, але невеликої видатности і з малим сучинником видатности.

Відміну величин, що характеризують відосередковий смок за зміни роботи смока щодо величин, які взяли до розрахунку конструюючи смока, визначають такими формулами:

$$H_1 = H \frac{n_1^2}{n_2}$$

$$Q = Q \frac{n_1}{n}$$

$$\text{робота } N_1 = \frac{\eta}{\eta_1} N \frac{N_1^3}{N^3}$$

де  $\eta_1$  — новий сучинник видатности смока.

### 3. Злагода смоковні

За водопостачання з одкритих джерел смоки 1. і 2. піднесення звичайно розміщують в одній будівлі. Усі приміщення смоковні повинно розташовувати близько одно від одного, щоб

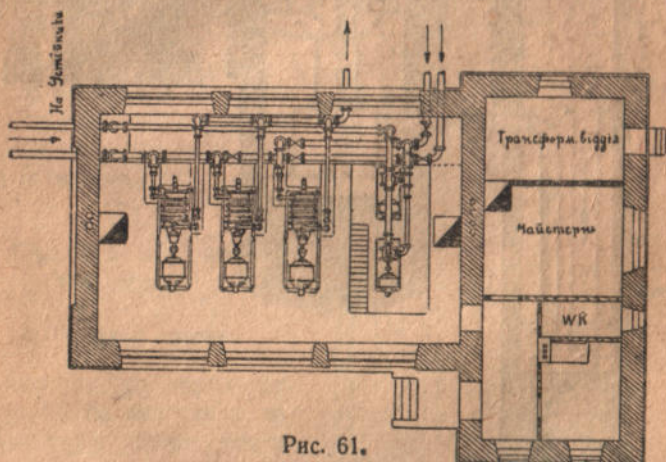


Рис. 61.

зручно обслуговувати. Паропроводи слід робити якомога коротші. Усі приміщення повинно добре освітлювати й провітрювати.

На рис. 61 подано рисунок смоковні з електросмоками й електромоторами.

На рис. 62 подано в розрізі рисунок смоковні з толоковими смоками й двигунами Дізельовими.

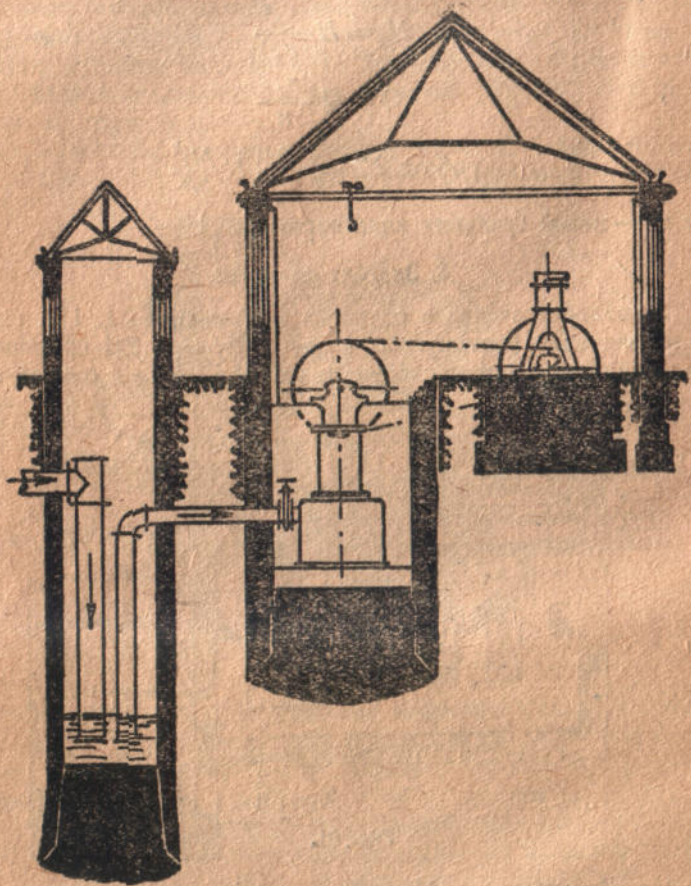


Рис. 62.

На смоковні, щоб облічувати воду, повинно поставити водоміра (Вентурі, Парціяльний, Вольтманів). Як ґрунтове й арте-

зійське водопостачання, вживають звичайних відосередкових і толокових смоків: коли глибокі свердловини, ставлять смоки особливої конструкції, шахтові смоки, толокові (рис. 63) і відосередкові (рис. 64).

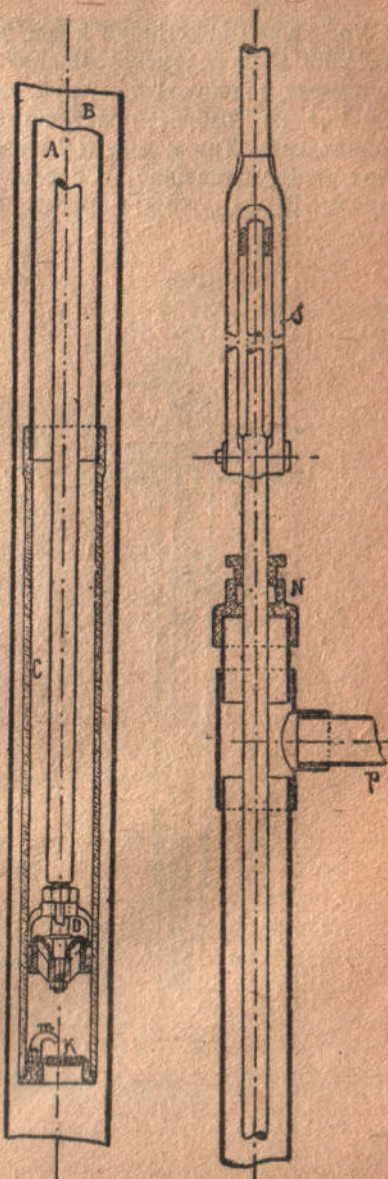
Із відосередкових шахтових смоків вельми зручний смок Фарко. Опріч оцих смоків, уживають також смока Маммут'ового (рис. 65), чин його полягає в тім, що трубою *L* підводять повітря під якимсь тисненням. Повітря в коробці *F* змішується з водою і підноситься підіймальною трубою *M* разом з водою; піднесення води стається наслідком зменшення питомої ваги, бо змішується вода з повітрям.

## ІХ. Злагода водопровідної мережі

### 1. Чавунні труби

Водопровідну мережу будують частіш над усе з чавунних труб. Опріч чавунних, уживають також залізних, сталевих Манесман'ових і дерев'яних труб.

Чавунних труб тепер у нас уживають іще за сортаментом, що його визначив



5. Російський водогінний з'їзд. 12. і 13. (1. всесоюзний) Водогінний з'їзд рекомендував новий сортамент водопровідних труб, та він іще не набрав практичного прикладання. Труби виготовляють двох типів, відповідно до способу злучати окремі ланки: крилаті й

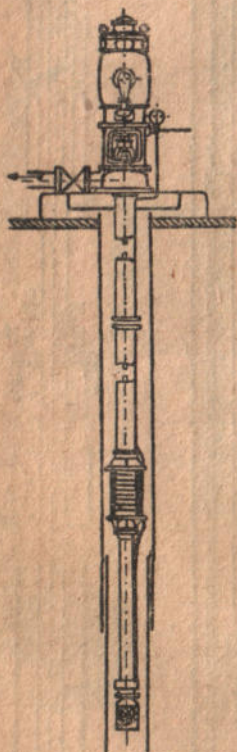


Рис. 64.

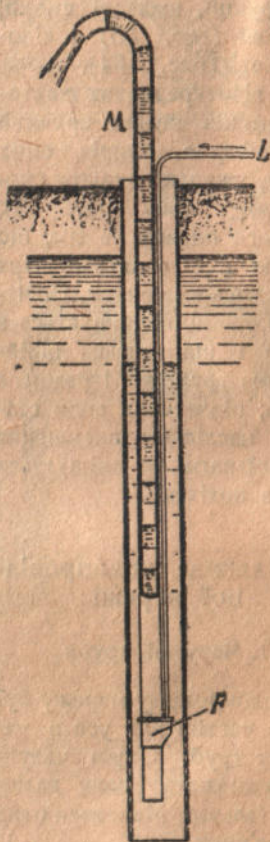


Рис. 65.

горловинні. У крилатих трубах на стиках спрогоничують

криси суміжних ланок, перекладаючи між ними гумові або ремінні переліжки. (рис. 66 і 67).



Рис. 66.

У горловинних трубах (рис. 68 і 69) кожна ланка труби має на кінці розшир (горловину), куди вставляють вузький

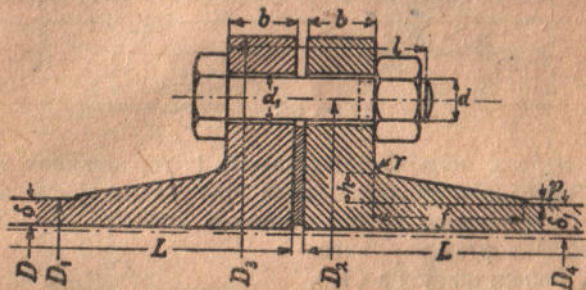


Рис. 67

(яловий) кінець суміжної ланки. Вставлений кінець попереду обмотують просмоленим конопляним джгутом, а його ушіль-

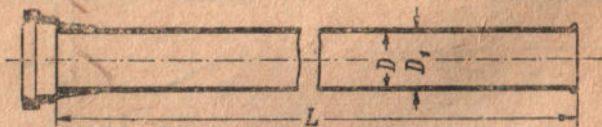


Рис. 68.

нюють особливим струментом конопаткою (рис. 70). Потім люз між горловиною і вставленою трубою (рис. 71) заливають розтопленим оливом і закарбовують. На заливання олива

у стенок горловини обкладають стьожкою з пластичної глини, залишаючи зверху триє отворів: один вливати оливо і двоє щоб виходило повітря.

Горловинний стик виходить дуже щільний не перепускає води. До того, він має деяку пружність. Через такі вартності водо-

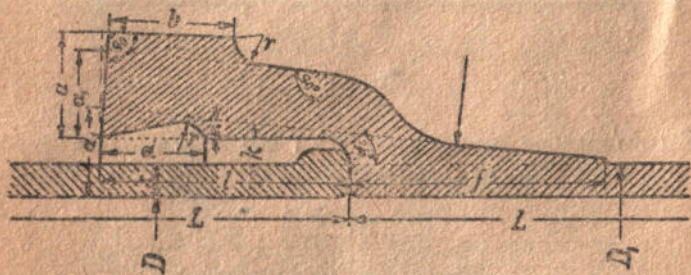


Рис. 69.

провідну мережу нормально укладають із горловинних труб і тільки в особливих випадках (коли прилучають труби до резервуарів, у смоковнях та ін.) вживають крисатих злук. Труби нормального сортаменту виготовляють поперечнику на (40), 50, (75), 100, 125, 150, 200, 250, 300, 400, 450, 600, 700,

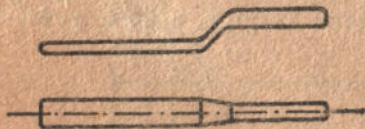


Рис. 70.

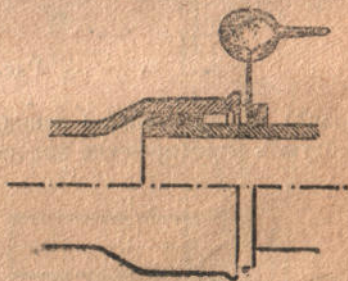


Рис. 71.

800, 900, 1000 і 1200 мм. Будівна довжина—залежно від поперечника, від 2000 мм до 3750 мм. Грубина стінок труб розрахована на робоче тиснення на 10 атмосфер і на тиснення під час спроби не менш як 20 атмосфер.



Чавунні труби по вилитті повинні бути неодмінно поасфальтовані, цього досягають занурюючи труби на 20 хвилин у



Рис. 72.

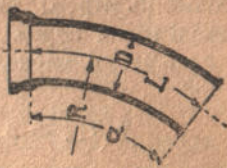


Рис. 73.

казан із нагрітою (до 150°C) масою, що асфальтує. Щоб



Рис. 74.

укласти мережу труб, потрібні такі обрисові частини: коліна



Рис. 75.

(рис. 72), що додаються на поворот труби на кут 90°, півколіна (рис. 73), що додаються на поворот на 45°, відводи—вони схожі до півколіна, але з кутом повороту на 30°, 15° і 10°. Трояки, що придатні на з'ягладження відгілків од труби (рис. 74). Перехрестя на перетинання двох ліній труб (рис. 75). Переходи (рис. 76) на перехід од одного поперечника ( $D$ ) до іншого ( $d$ ). Будівню довжиною

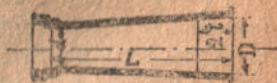


Рис. 76.

роблять  $\Rightarrow 10 (D - d)$ . Окрім цього, у водопровідній мережі вживають приладів спеціального призначення—засувки на вмикання дільниць мережі, випуски на видалення води й осадів через знижені точки мережі, вантузи на видалення повітря тощо (див. далі деталі мережі).

## 2. Труби з інших матеріалів

Залізних труб уживають як малого поперечнику, так і дуже великих. Труби великого поперечнику роблять клепані з казанового заліза. Залізні труби ставлять іноді за дуже великих витрат води, а також у тих випадках, коли мережа є під виймово великим тиском. Обрисові частини виливають з

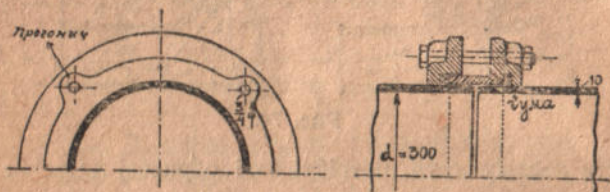


Рис. 77.

чавуну або сталі, відгілки можна прилучати автогенним зваренням, прорізавші у стінці труби відповідного отвора. Труби асфальтують.

Стальних труб Манесман'ових уживають коли, дуже великі тиски. Труби виготовляють із суцільної штаби, скручуваної спіраллю і зварюючи окремі звої (без подовжного шову). Труби асфальтують. Обрисові частини ставлять вилиті (чавунні або сталі). Стики труб роблять злучниками з гвинтовою різью. Коли дуже великі тиски (на декілька десятків атмосфер), роблять стики типу Жібо рис. 77).

Олив'яні труби виготовляють тільки малих поперечників  $\frac{1}{2}$ " — 2"), що їх уживають у домових водопроводах; вельми зручні з технічного погляду. Виготовляють суцільно-тягнені, завдовжки від 10 до 60 м; не потребують обрисових частин. Стики роблять, розширюючи один кінець дерев'яним

клином, уставляючи другий і заливаючи проміжок олив'яною лютюю.

Череп'яних, бетонних і залізобетонних труб уживають у водопровідній справі тільки там, де труби не роблять під тиском або вельми малим.

Найпоширеніші системи залізобетонних труб є системи Борденава й Бонна. У системі Борденава риштунок складається з подовжно й спірально розміщених залізних прутів. У трубах системи Борденавої внутрішнього тиску не слід допускатися понад 2,0—2,5 атмосфер. За системою Бонна в

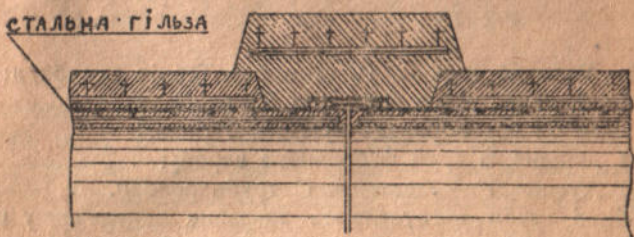


Рис. 78.

товщу бетонної труби вправлено тонку стальну трубу, зварену на шові. Від такого вправлення стальної гільзи труба набирає цупкості і водонепроникливості, вона може протистояти чималим внутрішнім (із 15 атмосфер) і зовнішнім тисненням і вдарам. Окрім стальної гільзи ставлять подовжно із спіральних круглих звоїв риштунок (15—20 обертів на подовжній метр труби). На рис. 78 подано в розрізі трубу системи Бонна.

### 3. Дерев'яні трубопроводи

Із інших матеріалів на труби вживають, надто останнім десятиліттям, дерева. Маючи на увазі лісові багатства СРСР, слід сподіватися чималого поширення дерев'яних трубопроводів. Широкого застосування вони можуть набрати в сільських водопостачаннях. Дерев'яні трубопроводи вельми зручні як проводити гарячу воду, бо гаряча вода не виявляє шкідливого чину на матеріал труб.

Переваги дерев'яних трубопроводів — дешевизна, легкість, простість збирати. Поперечник труб досягає 4 і більш



Рис. 79.



Рис. 80.

метрів. Робочий тиск із 12 атмосфер. Термін служби дерев'яних труб можна взяти пересічно 25 років.

Дерев'яні трубопроводи бувають 2 типів:

- 1) „збірні“ із труб фабричного виробу
- 2) „суспільні“ — „безконечні“ трубопроводи.

Збірні труби виготовляють звичайно поперечнику від 40 до 600 мм; їх виготовляють на заводах із окремих дерев'яних

платів — клепок, зв'язаних у гару, рис. 79, і веровий стик з платівкою з поцинкованого заліза рис. 80. Для чималих тисків уживають іноді подвійних клепок, рис. 81.

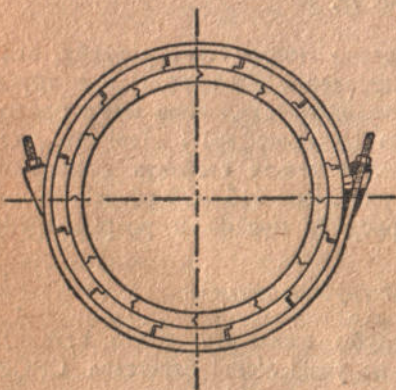


Рис. 81.

Клепки, що їх зібрали на заводі, обмотують залізним дротом, кінці його стягнені, і злучають сталлюю клямрою. Грубину клепки визначають за формулою

$$t = \frac{Dh}{2,07}$$

де  $t$  — грубина клепки на мм,  $D$  — внутрішній поперечник

1) Деякі американські водогінні діячі беруть як максимум 50 років.

труби на метри і  $h$  — напір води на метри. Поперечник дроту на обмотування від 4 до 7 мм; віддалення між зwoями від 11 до 76 мм. Труби фабричного виробу злучають дерев'яними ж, обмотаними спіральним дротом, злучниками, рис. 82.

„Безконечні“ трубопроводи виготовляють поперечнику від 450 мм до 4,5 — 5 м у просвіт і збирають безпосередньо на

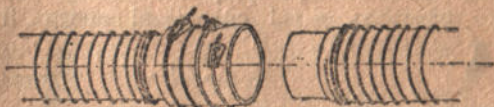


Рис. 82.

місці роботи, рис. 83. Іверові стики двох суміжних клепин зсовують щодо одної в подовжнім напрямі на 0,6 — 1,2 мм. Клепки стягують пов'язями із залізних прутів, поперечнику 8—25 мм, Віддалення між пов'язями залишають не більш як 25 см. Кінці пов'язей стягують і закріплюють у черевіку з

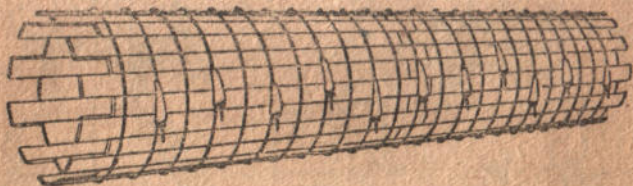


Рис. 83.

ковкого чавуну, рис. 79. Впускають трубу крізь стіну водогінної споруди (резервуара) через умуроване в стіну чавунне кільце поперечнику на 30 мм більшого, ніж зовнішній поперечник труби. Люз заповнюють просмоленими коноплями і заливають зверху оливом. Аналогічно до цього злучають дерев'яну трубу з металічною рис. 84.

На рис. 85 подана злагода бічних відгілків од дерев'яних труб. На повертах траси за дерев'яних трубопроводів звичайно

вживають радіусів 60—90 кратних поперечнику труби. На поверти обрисових частин не вживають, користаючись із природної властивості — пружності дерева.

## Х. Деталі міської мережі

До деталей міської мережі, крім описаних вище обрисових частин, належать деякі спеціальні прилади й пристрої.



Рис. 84.

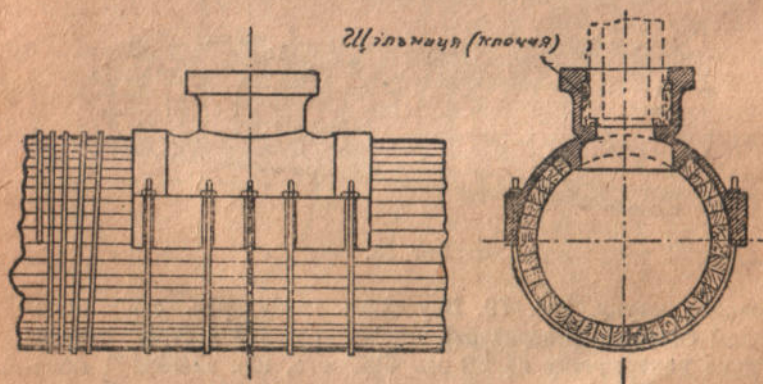


Рис. 85.

Засувки ставлять для того, щоб мати спроможу вимикати окремі ділянки мережі, якщо вони зіпсуються або на ремонт. Засувки треба розміщати так, щоб, коли станеться пошкода

водопровідної лінії в будь-якій місці на ремонт доводилося б вимикати водопостачання не більш, ніж у 2—4 кварталах, забираючи не більш як 5—8 засувок.

Приклад доцільного розміщення засувок подано на рис. 86. По невеликих містах, що мало забудовані, дозволено відхилитись од цієї засади. На довгих водопровідних лініях і зазубневих відгілках, що на них нема відгалужок, засувки доцільно ставити на перехрестях вулиць, не рідше, ніж за 500—600 м. Найуживанішу засувку типу „Лудло“ зображено на рис. 87.

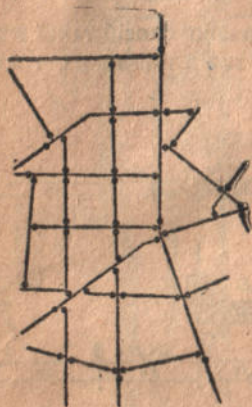


Рис. 86.

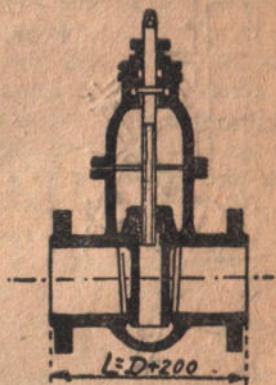


Рис. 87.

Засувка щодо істотного складається із засувкової коробки з ущільною осяницею, далі з клинуватої кільцевої або еліптичної засувки, так само чавунної, з установленою кільцевою площею ковзу та спижовою мутрою і з спижового гвинта, що має малу висоту скруту. Засувкова коробка має вставну спижову кільцеву площу ковзу, що точнісінько відповідає формі й розмірам засувки. Повертаючи гвинта за крутенця можна підняти засувку у верхню банясту частину коробки.

Інші вельми істотні прилади мережі є пожежні гранти — гідранти, що до них пригвинчують пожежні кишки, як бува пожеж. Пожежні гранти розміщають на віддаленні від 50 до 120 м (краще як не далі ніж 100 м). Щоб зменшити первісну вартість

мережі доцільно, будуючи мережу, ставити трояки на всіх місцях, де гадають злагоджувати пожежні гранти; їх ставлять у таким разі через одного; інші ж трояки тимчасово заглушають крисовими заглушками. На рис. 88 подано приклад доцільного розміщення пожежних грантів у місті.

Фабричні корпуси доцільно забезпечувати про випадок пожежу кільцевим водопроводом. Звичайно вода надходить на заводську територію через швидкісний водомір, у разі пожежу відкривають обхідну засувку.

На рис. 89 подано спосіб такої злагоди. Є багато типів пожежних гран-



Рис. 88.

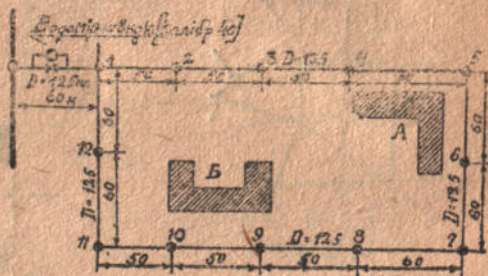


Рис. 89.

тів. Пожежні гранти роблять і підземні і надземні.

Грант підземного типу складається з 2 частин — нижньої постійної і верхньої походючої, так званого стендера.

Гранти надземного типу складаються з одного цілого без переносних частин. Ставлять пожежні гранти в колодязі на патрубку ( $d = 75$  мм для того типу, що прийняв його Все-союзний водогінний і санітарно-технічний з'їзд і  $D = 125$  мм для типу Московського водогону) трояка (перехрестя), розвідної мережі. Пожежний грант уставляють на особливій крисатій обрисовій частині, що її звуть горловина. На рис. 90 зображено підземний гідрант, що його ухвалив 1. Всесоюзний водогінний і санітарно-технічний з'їзд. Пускаючи в ро-



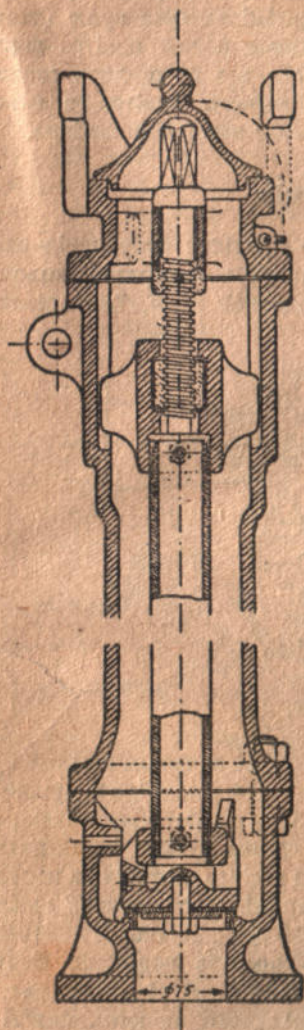


Рис. 90.

боту гідранта, знімають віка і уставляють стендера, рис. 90.

Стрижень стендера за допомогою мутри з виступами злучають із стрижнем гранта. Як повертати корбою стрижень стендера, підіймається хлипак над вхідним отвором гранта, і вода надходить із мережі в стендер, а з нього в пожежні кишки, що їх нагвинчують на два патрубкі стендера. Колодязі, що в них уставляють пожежні гранти, роблять круглого або прямокутного перекрою. Розміри їх слід визначити не менші від круглих колодязів, поперечник 1 м, прямокутник 1×1 м.

На підвищених точках напірних трубопроводів уставляють повітряні вантузи, що мають призначення автоматично видаляти повітря, що воно скуп-



Рис. 91.

чується в цих точках. Чинить вантуз так: (рис. 91). У міру того, як скупчується повітря в коробці вантуза кулю (скляну, металічну, дерев'яну) відтискує разом з водою повітря донизу, через це вгорі відкривається отвір, що його доти закривав шпеник, злучений з кулею. Як вийшло повітря з отвору, куля спливає і автоматично закриває отвір для повітря.

## XI. Водоміри

Щоб міряти кількість води, що протікає водопровідною мережею, вживають водомірів. Розрізняють центральні водоміри, що міряють загальну кількість подаваної води, їх уставляють

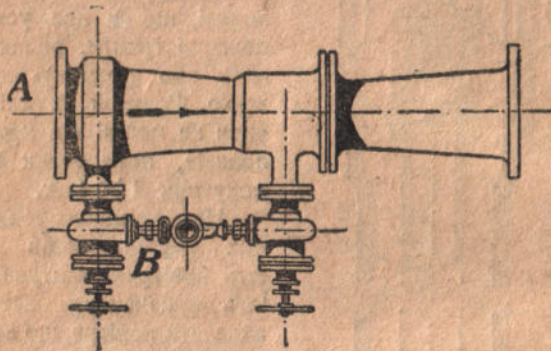


Рис. 92.

на смоковнях, і водоміри міряти воду, що витрачає кожний будинок. Різниця між показами центрального водоміра й сумою показів домових водомірів дає кількість необлічуваної води; вона складається з витрат води на поливання вулиць і майданів, на громадські відхідники й пісуари, на гасіння пожарів і з необлічуваної витрати витіку з трубоної мережі. Необлічувана кількість води нормально не перевищує 5—10% од загальної добової витрати. Як центральні водоміри, уживають водомірів Вентурі-Лянге, Вольтмана й Вентурі, Водомір Вентурі-Лянге (рис. 92) полягає в тім, що трубопровід великого поперечника *A* має короткого відгінка *B* малого поперечника, що на нім ставлять

водоміра в малого розміру. Кількість тієї води, що йде обома трубами *A* і *B*, розподіляється пропорційно площам їх поперечних перекроїв. Отож, облічуючи водоміром кількість води, що проходить трубою *B* і знаючи співвідношення площ *A* і *B* визначають кількість води, що проходить трубою *A*.

Домові водоміри трапляються кількох систем: об'ємні, швидкісні й кружальні. Нижче подаємо опис швидкісних водомірів, що набрали найбільшого поширення, через те, що кружальні водоміри хутко спрацьовуються, а об'ємні дорогі.

За крайній строк служби водомірів слід вважати 10—15 років. Найістотніші властивості водомірів є чутливість і точність водоміра, а також їх міцність.

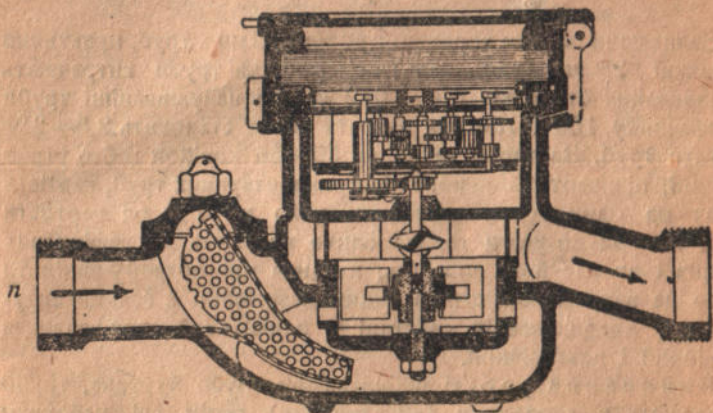


Рис. 93.

Краєм чутливості водоміра звать ту найменшу витрату, що за неї водомір стає давати покази, але ще неточні; таку витрату звичайно становить 40—45 літрів/год.

Краєм точности водоміра звать ту найменшу витрату, що її водомір показує вже з певною бажаною точністю =  $\pm 2\%$ .

Швидкісні крильчасті водоміри міряють витрату води за числом обертів особливих крильчастих коліс, поставлених у середині їх корпусів, і що їм надає руху вода. Швидкісні водоміри підділяють на два типи: мокроходи й сухоходи; у

перших лічильний механізм із циферблятом спущений у воду, що протікає, у других циферблятний механізм не доторкується води.

На рис. 93 зображено крильчастий водомір сухохід фірми Сіменс і Гальске.

Крильчатка з чотирма лопатками  $d$  із целюльоїда у верхній частині своєї осі злучена з шестернею, що передає трибками рух лічильникові  $B$ . Вода надходить через  $n$  і до крильчатки проходить крізь сітку на затримування сторонніх домішок. Щоб перевірити справність водоміра, потрібно, щоб у місті була випробувальна станція для водомірів.

## ХІІ. Цементові стики горловинних водопровідних труб

Заливаючи оливом горловини водопровідних труб, практично на кожні 25 мм (один цаль) поперечника труби витрачають на заливання стика від 0,4 — 0,42 кг. На найуживаніші труби поперечнику 100 і 150 мм витрата олива становить 2,5—2% од ваги труб. За вартости олива 50—55 копійок тобто утворює більшої, ніж вартість одного кілограма чавунних труб, вартість олива на один стик становить мало не 7% од вартости труб. Узявши до уваги те, що оливо належить до дефіцитних товарів і до нас його довозять, питання про потребу замінити оливо на заправлення стиків іншим матеріалом є вельми актуальне. В американській практиці <sup>1)</sup> цементовий стик виявився як міцний і довговічний.

Виконання робіт: прокладаючи труби буртика, труби вставляють у горловину (як звичайно), потім дві каблучки джута або конопель уганяють у горловину і щільно конопатять. Джут чи коноплі повинні бути чисті, непросмолені й непролієні. Далі готують густий чамур чистого портлендського цементу в пропорції приблизно 13—14 кг цементу на 1 кг води в такій кількості, що потрібна на один стик. Цемент уганяють у стик тупою залізною конопаткою, потому цемент конопатять аж до цілковитої твердості молотком, далі стик ізнов доповнюють цементом і закарбовують. Під час роботи робітники

<sup>1)</sup> Engineering New Record, № 22, 1928 року. George Pressy.

надягають рукавиці. Коли стик закінчено, його присипають землею, доки цемент затужавіє. Пересічна кількість цементу на один стик, коли, поперечник труби 100 мм — 2,35 кг, 150 мм — 3,2 кг, 200 мм — 4 кг. У труби можна пустити воду під напором, коли вийде приблизно 24 години по заправленні стику. Перші 2—3 дні після пуску води помітна теча, що потім припиняється. Цементові стики можна певно вживати за тиснення до 5 атмосфер. Щоб заправити один стик на 150 мм цементом, потрібно часу приблизно 40 хвилин (оливом 15 хвилин). Можна вважати, що цементовий стик дешевше стає вдвоє. Як цементові стики, чавунні труби куди менш псуються від чину електричних струмів, ніж за олив'яних.

### ХІІІ. Збудовання водопровідної мережі

Щоб запобігти замерзання води, труби укладають у землю на певну глибину нижче від глибини промерзання ґрунту. Глибина укладання залежить од кліматичних умов. На півночі СРСР труби укладають на глибину 2,13 м до його верху, на півдні від 1,5 м до 1,25 і навіть до 1,0 м. Труби в зазубнях, тобто де нерухома вода треба класти глибше.

Труби слід класти під переїздкою бруку, а не під пішоходами на віддаленні від 1 до 1,5 м од поребрика пішоходу. Середина вулиці має бути вільна метрів на 5, щоб мати змогу в майбутньому прокласти трамвайну колію. Взагалі ж укладання труб повинно погодити зо всіма відділами міської ради і зо всіма установами, що можуть згодом переводити підземні споруди. Слід мати на оці, що укладати водопровідні й газові труби безпосередньо поблизу одні від одних небезпечно, бо, якщо поламаються ті й ті, газову мережу заповнить водопровідна вода. Щоб укласти труби, риють рова. Широчина дна рову повинна бути вистачна для зручної роботи слюсаря над закарбовуванням горловин і скручуванням крис (на 0,50—0,75 м більша від поперечника прокладуваних труб і не менш як 0,80 м). По тих місцях, де припадають стики труб, роблять, так звані, приямки, рис. 94.

Коли великої глибини рови, а також як нетривкі ґрунти удаються до кріплення дошками й розпорами. Часом буває

досить розперти канаву тільки вгорі (рис. 95), якщо цього недосить, то можна покласти дві чи більш дощок уздовж

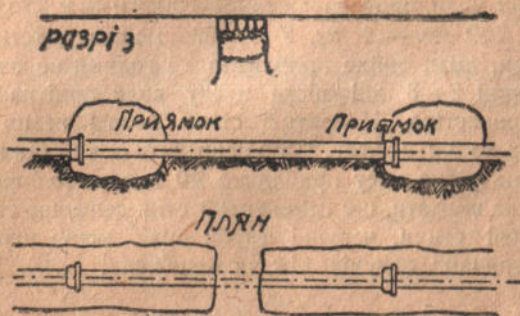


Рис. 94.

(рис. 96). Дощки беруть завгрубшки 1,5—2". Що 1,6 м на рошки накладають дощані ж стояки прямовисно, а їх розпидають розпорами з накіття або платов. Коли нетривкий ґрунт,



Рис. 95.



Рис. 96.

Стояки й дощану закладку доводять до дна рову. Якщо дно рову нижче від рівня ґрунтових вод, то кріплять гаровими рядами з 2" і 3" дощок. Уклавши труби, заливають стики (див. вище), потому засилок здимають, рів засипають і забутинуюють шарами (на 25—30 см).

#### Особливі випадки укладання труб

Перехід через річки. Перехрестя водопроводів з річками будують або дюкерами або на мостах. На рис. 97 зо-

бражено перехід річки дюкером. Обаполи річки будують дозірні колодязі і їх розміщають трохи вище (наприклад на 1 м) від рівня високих вод. У кожному з колодязів роблять випуск, щоб мати спромогу опорожнити прилеглі до дюкера ділянки

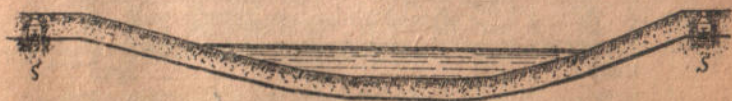


Рис. 97.

водопроводу. Дюкер бажано будувати подвійний з двох рівнобіжно прокладених трубопроводів. Дюкери будують з чавунних (як малі річки) або залізних і сталевих (як великі річки) труб. Стики радять робити рухомі (Стик Жібо).

Проводячи водопровідні труби мостом, їх укладають звичайно в дерев'яний ящик, утеплюючи його повстю і засипанням тирсою. Іноді трубопровід чіпляють до зв'язнів моста, і тоді труби обкладають корковою масою (щоб утеплити) і обгортають просмоленою парусиною і накривають поцинкованим залізом.

Перехід через тор залізничний будують, прокладаючи труби в тунелі з дозірними колодязями на кінцях,

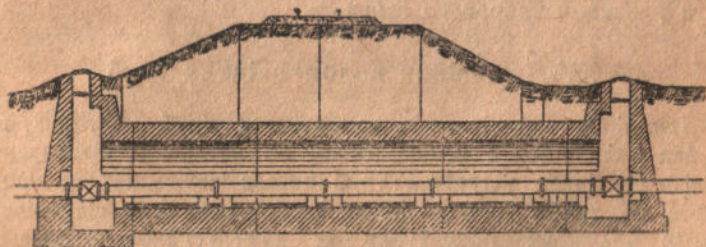


Рис. 98.

що в них поставлені засувки, рис. 98. Коли прокладають водопроводи малого поперечника, замість тунелів, уживають покривців—кожухів із сталевих або залізних труб, а в середині їх прокладають водопровід, рис. 99.

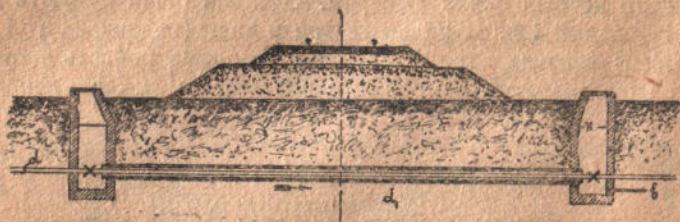


Рис. 99.

#### XIV. Випробування (гнічення) трубопроводів

Уклавши трубопроводи, їх випробовують, або як ще кажуть гнітять. На це трубопровід ділять на ділянки (на 250—500—750 м). Закривши кінці цієї ділянки заглушками, насмокують у труби похідним смоком до тиснення  $p_1 > p$ , де  $p$ —розрахунковий найбільший тиск для даного трубопровода; часом уживають  $p_1 = 2p$  (в кожному разі  $p_1 \geq 10$  атмосфер). Випробування визнають за задовільне, якщо по зупинці роботи смока тиск у ділянці меншатиме дуже повільно, прикладом, на 1 атмосферу за 3—5 хвилин. Уклавши й випробувавши, трубопроводи, їх треба промити й продезинфекувати розчином хлорового вапна.

#### XV. Іржавіння водопровідних труб

Іржавіння металічних водопровідних труб (чавунних, залізних і сталіних) є велике лихо, бо наслідком відкладання іржі на стінках усередині труб постає звуження перекрою, через це труби можуть по декількох роках не відповідати взятій в основу розрахунку їх пропускності. Іржавіти трубам допомагають залізобактерії (*Crenothrix*); надто ці бактерії розвиваються в м'яких водах, а до них належать болотні й ґрунтові, частіш же ржа постає через хемічну чинність води. Іржавіння також залежить і від способу очищення води; коли взяти роз'їдання нецідженою водою за одиницю, то виходять такі відносні числа для нецідженої води



цідженої на англійських і, нарешті, коагульованої і цідженої на американських (механічних) цідилах:

1:2,7:8,3.

На чищення водопровідних труб од іржі вживають різних апаратів. На рис. 100 зображено німецький апарат з обер-

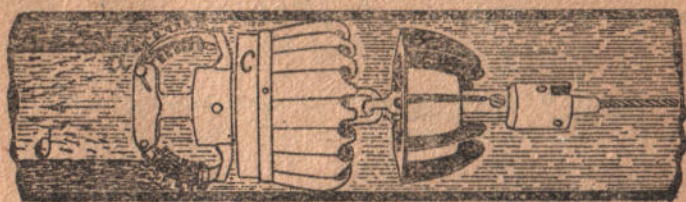


Рис. 100.

товою під чином води турбінкою з ножами і щіткою; апарат не псує асфальтовання труб. Уживають також простішого апарата проф. Альбіцького. Очищувані за один раз ділянки беруть од 300 до 100 м.

## XVI. Домові прилуки й домовий водопровід

Домові відгілки од вуличної труби роблять за допомогою чавунних труб, олив'яних—полуджених, і неполуджених, залізних цинкованих, чорних (асфальтованих) залізних труб. Поперечник труб визначають для чавунних труб не менш як 40 мм; якщо вживають інших труб, беруть: для 4—5 поверхового будинку не менш як 50 мм; для 2—3 поверхового не менш як 40 мм і для одноповерхового не менш як 25 мм. За Фрюлінгом вистачні такі поперечники відгілків:

Коли 10 водовидавних грантів у посілості . . . . .	25 мм
„ 10—20 „ „ „ . . . . .	30 „
„ 20—40 „ „ „ . . . . .	40 „
„ 40—60 „ „ „ . . . . .	50 „

Як дуже великі будівлі, споруджають декілька відгілків від вуличної магістралі. Прилучають відгілки до магістралі або за

допомогою трояків, що поставлені на лінії вуличних труб (рис. 74) або за допомогою „бобишок“ (рис. 101), тобто прилиwkів на обрисових частинах на вуличній мережі (трояках, патрубках). У внутрішню різь прилиwkів угвинчують або безпосередньо труби відгiлків або ж гранти, а до них далі при-тикають відгiлки.

Часто-густо прилучають, просвердлюючи вуличну трубу і накладаючи на неї сідельце (рис. 102). Така злагода дуже

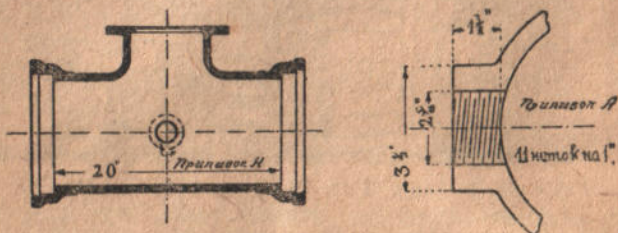


Рис. 101.

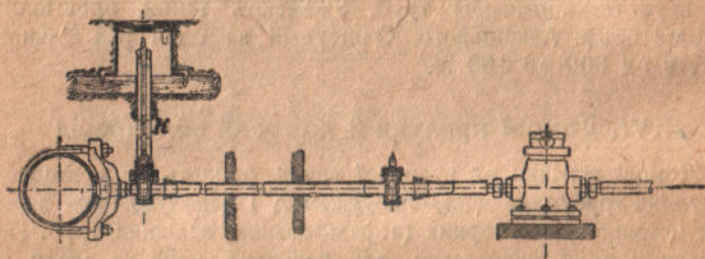


Рис. 102.

зручна, бо прилучати можна під напором, не вимикаючи ді-льниці вуличної труби. Просвердливши трубу, вентиляний грант *K* закручують, свердло витягають і до гранта прилучають домовий відгiлок. Запірний ventиль *K* дає і надалі спромогу, коли буде потреба, вимикати домовий відгiлок із мережі (як попусується або на ремонт).

Щоб якомога менш знеміцнювати вуличну трубу, вживають часом групової прилуки—до трояка вуличної мережі прилучають чавунну коробку з кількома бічними прилавками з унут-

рішньою різзю на вгвинчування грантів декількох домових прилук.

З приходу в посілість домовий відгілок проходить через водомір—апарат, що облічує кількість тієї води, що пройшла в домову посілість. Водоміра уставляють у приступнім і теплім приміщенні дому (прикладом, у підмур'ї) або ж, як нема для нього відповідного приміщення—у колодязі під пішоходом, де його утеплюють проти замерзання. Злагоджує домові відгілки завжди Управа міського водогону (коштом домоволодіння).

Злагода різних систем водомірів описана нижче. Між водоміром і загальним запірним вентилем радять ставити запірний грант поперечнику 12—19 мм ( $1\frac{1}{2}$ "  $\frac{3}{4}$ ").

Безпосередньо за водоміром не далі, як один метр од нього, ставлять також запірний грант. Усі разгалуження мережі починають по цьому гранті. Усі запірні гранти будівель ставлять вентиляного типу, а не затичкові.

Як є декілька будівель у тій таки посілісті, треба на всіх трубах, що йдуть під землею, як перед виходом із кожної будівлі, так із приходу в будівлю із землі ставити запірні вентиля. Закладати водопровідні труби в землю треба не менше від глибини промерзання ґрунту (1—3 м). Труби треба укладати так, щоб у прямовисній площі не було перегинів, що призводять до утворення повітряних мішків. У багатоповерхових будівлях слід уникати укладувати довгі поземні труби в різних поверхах. Головну основну трубу потрібно проводити в підмур'ї або, як нема його, в 1. поверсі, до неї прилучають прямовисні стояки, що йдуть через усі поверхи, а від стояків ведуть у різних поверхах тільки короткі відгілки, що підводять воду до окремих грантів, купільниць тощо. (Рис. 103).

Поземні труби повинні мати (щоб легше спорожнити мережу) спад від 0,5 до 1 см до водовидавних грантів.

На кожний стояк ставлять один запірний і один спускний грант, їх слід ставити в нижнім кінці стояка. Іноді, щоб легше обслуговувати запірні й спускні гранти, злагоджують так, що всі стояки йдуть із одного світлого й приступного приміщення в підмур'ї, де і злагоджують на стояках гранти (батерія). Як заходить потреба спорожнити стояки з відгіл-

ками, закручують запірний грант, відкручують спускного й усі водовидавні гранти стояка.

Водопровідні труби в середині дому (також як і водопровідні труби дворової ділянки) звичайно не розраховують (з

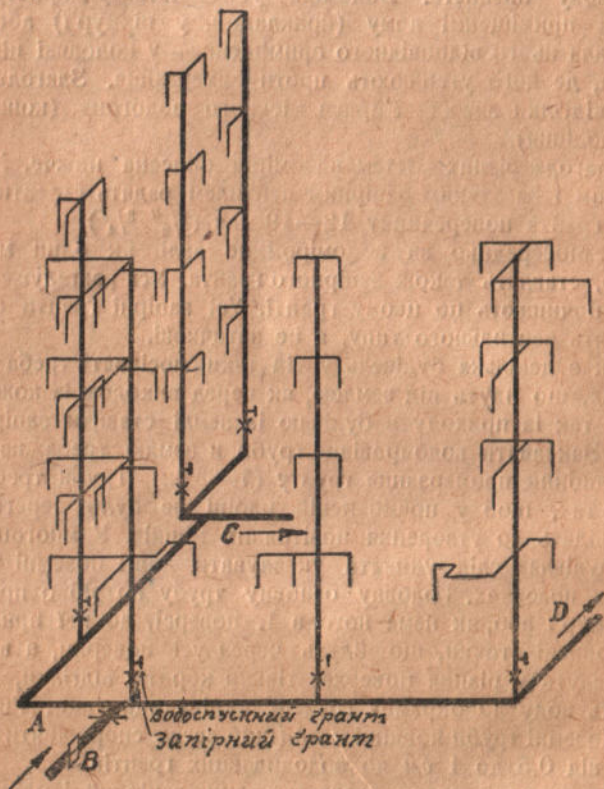


Рис. 103.

винятком тільки великих багатоповерхових будинків, коли потрібно перевірити розрахунком) і визначаючи поперечники користаються з практичних норм, виходячи з числа точок, обслуговуваних трубопроводом і тиску в зовнішній мережі.

Коли тиснення в зовнішній мережі 3—4 атмосфери:

Для 1—3 промивних відхідків . . . . .	13	мм
„ 4—7 „ „ . . . . .	19	„
„ 8 „ „ . . . . .	25	„
„ 1 купільниці . . . . .	19	„
„ 2—4 купільниць . . . . .	25	„
„ 5 і більш „ . . . . .	32	„
„ 1—2 зливальниць . . . . .	13	„
„ 3—5 „ . . . . .	19	„
„ 6 і більш „ . . . . .	25	„
„ 1—2 мисень . . . . .	19	„
„ 3—4 „ . . . . .	25	„
„ 5 і більш „ . . . . .	32	„

Умивальників у купільнях не беруть до розрахунку (не мають значення для поперечника); те, що є пісуари при відхідниках також не беруть до розрахунку.

Коли мале тиснення в мережі (на одну атмосферу і менш, прикладом, як живлення з домового бака) вживають:

Для 1—3 промивних відхідників . . . . .	13	мм
„ 3—5 „ „ . . . . .	19	„
„ 6 і більш „ „ . . . . .	25	„
„ 4 купільниці . . . . .	19	„
„ 2 купільниць . . . . .	25	„
„ 3 і більш „ . . . . .	32	„
„ 1 зливальниці . . . . .	13	„
„ 2—3 зливальниць . . . . .	19	„
„ 4 і більш „ . . . . .	25	„
„ 1 мийні . . . . .	19	„
„ 2—3 мисень . . . . .	25	„
„ 4 і більш мисень . . . . .	32	„

Проводячи треба якомога скорочувати довжини трубопроводів—водопостачання має йти найкоротшим шляхом з найменшою кількістю крутих колін, без зайвих проломів стін, стель тощо. Проводити труби слід по змозі відкрито, не вкладаючи їх усередині стін; домову мережу треба проводити по змозі коло теплих унутрішніх стін і уникати холодних коридорів.

За випадків, коли під години найбільшого водорозбору, напору в міській мережі не вистачить, щоб забезпечити подачу води у верхні поверхи будівель, а також у тих водогонах, де

можливо давати тільки обмежену кількість води в домі ставлять на горищі бак, що його наповняють безпосередньо з труби, яка йде від водоміра і вже далі воду з бака розводять по домовій мережі. На бак ставлять кульового поплавця при впускнім гранті, переливну трубу на 4" і розвідну трубу, що розводить по мережі воду. З гігієнічного погляду такої системи не радять. Такого способу часом доцільно буває вживати в будівлях на краю міста (майстернях, фабриках та ін.). У дуже високих будівлях у місті, як на піднесення води у верхні поверхи їхнього напорі у вуличній мережі недосить, уставляють у підмур'ї невеликого смока з електродвигуном (або якимнебудь іншим двигуном), і він бере воду з водопровідної мережі, насмокуючи її (воду) в бак, що стоїть на горищі дому.

Протипожарні пристрої в приватних жилих домах згадують рідко, але обов'язково в громадських установах, місцях збіговиська (театрах, клубах) і в фабрично-заводських приміщеннях. У пожарних грантів повинні бути свої окремі трубопроводи з найменшою кількістю крутих колін на поворотах.

Пожарні гранти згадують поперечника не менш за 44 мм ( $1\frac{3}{4}$ " ) з гвинтовою різью (її звичайно закривають кришкою) щоб пригвинчувати кишку.

У фабрично-заводських приміщеннях, установах і ін. згадують іще часом спринклерну мережу — водопровідні трубки, з рядом отворів, заткнутих затичками з легкотопкого металю; трубки проводять попід стелею. За пожара затички розтопляються, і вода ллється під напором струминками.

## XVII. Сільське водопостачання

Сільське водопостачання можна підподілити на 2 основні системи:

А) централізоване водопостачання, інакше казавши, сільський водогін і

Б) децентралізоване — індивідуальне для кожного господарства.

Централізоване сільське водопостачання досі набрало в нас у СРСР малого поширення. Але надто тепер, коли широко

розвивається колективне господарство і коли будують невеликі силові установи в селах, машинотракторовнях тощо слід сподіватися хуткого збільшення числа сільських водогонів. Не казавши про санітарно-гігієнічну вагу сільського водогону, він надзвичайно багато важить і в охороні сільських заселених місць від пожарів, що від них має величезні втрати держава (щороку в нас у СРСР горить із 200.000 селянських дворів. Сільський водогін, тобто централізоване водопостачання може бути двох відродів—гуртове й окреме для даного села.

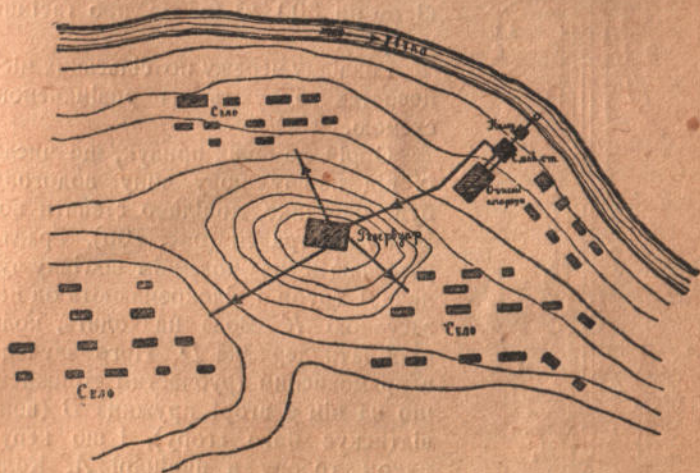


Рис. 104.

1) Коли гуртове водопостачання, одне джерело водопостачання і одна силовня обслуговує водопостачання кількох сіл.

Схему можна подати в такому вигляді (рис. 104):

Така схема можлива, коли є підвищення вистачної височини на розміщення на ній резервуара, що живить водогін кількох сіл. У резервуар воду підносять машини другого піднесення в سموкові, потому, як вода пройшла через очисні споруди (устійники, цідила).

Місткість резервуара слід давати, коли постачають воду 1 і 2 селам, не менш, ніж 300 кубічних метрів, як 3 і 4 — 600 м<sup>3</sup>. Вибираючи місце для резервуара, а також для водоприймача, слід прагнути якомога меншої загальної довжини труб.

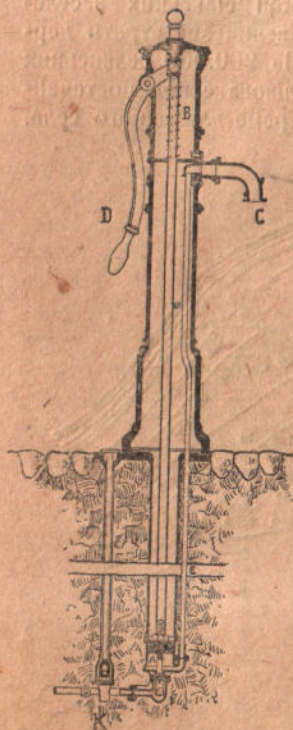


Рис. 105.

Окрім домових прилук, що число їх під першу пору чину водогону буде невелике, доцільно ставити водовидавні гранти (рис. 105). Гранта уставляють на поземнім відгілку вуличної труби і відокремлюють од неї засувкою *K*. Вода надходить, коли підіймати держака *D*. Його злучено з прямовисним трубчастим стрижнем, що на ній є вгорі пружина *B* (вона відтискує його вгору), і що керує рухом толоку в циліндрі *A*. Коли підняти держака *D*, стрижень спускає толок, а разом із ним спускається кільце, що закриває прохід води через трубу *E* до носка *C*; коли кільце спуститься нижче за отвір у стінках нижньої трубки, то вода через ці отвори проходить у трубку *E* і в носик *C*. Як скінчили смокувати воду, держак *D* спускають, тоді стрижень під чином пружини *B* вертається на попереднє місце і приплив води прикінчується. Тоді вода, що залишилася в трубці *E*, стікає в циліндр *A* і установляється з ним на одній висоті.



Крім того, на торговиці можна поставити водовидавну будку. Воду видають через будку за плату; кількість води контролюють водоміром. Підносять воду в сільських водогонах такого ж типу смоками, як їх описувано вище.

Двигуни можуть бути: парові, газові, газопоршневі, водяні й вітряні. Можна сподіватися невдовзі широкого розросту в селах вітряних і водяних силовень з перетворенням енергії на електричну; тоді питання про двигуна до смоків розв'яжуть вельми просто на користь електромоторів. У Німеччині й Америці набули великого поширення в сільських місцевостях вітроелектростанції. Електричний струм від цих станцій витрачають на надання руху сільсько-господарським машинам, на освітлення, водогону тощо. Із наших вітродвигунів за кращі мають двигуна інж. Давидова і вітродвигуни „Цагі“

Коли є ґрунтова вода, цілком доцільно збудувати вежу з баком (рис. 106) і поставити над ним вітряного двигуна, що надає руху смокам. Смоки вміщують у сухім колодязі, що з нього всисну трубу проведено вбік до водяного колодязя, з якого воду насмоковують у бак. Може бути й інша згода, саме дві вежі — одна на вітряного двигуна, друга з водонапірним баком. Смоки можна ставити, як відосередкові з передачею енергії електромотором або толокові, штангові та ін.

Вартість вітряного двигуна щось із 350—400 карб., вежа до нього 250—300 карб, бак 100—150 карб, смоки 50—100 карб. Свердловина на глибину із 200 м стає 18 карб. за метр, до глибини на 150 м із 13 карб. за метр і до глибини на 100 м 10 карб. за метр і дешевше. Така згода дає можливість мати 2000—2500 відер води на добу, а цього вистачить на водопостачання 70—80 селянським дворам.

Дуже зручну згоду підносити воду в сільських водопостачаннях становить гідравлічний таран, бо він не потребує майже ніякого нагляду й порання. Гідравлічного тарана збудовано за таким принципом. Припустімо, що вода (рис. 107) тече з посудини *a* трубкою *ab* і виливається з отвору *b*, а на отій трубці установлена тонка труба *v*. Якщо враз закрити отвір *b*, то вода вилється в *v*, тобто піднесеться вище від лінії *ag*.

Схема чину тарана така (див. рис. 108):

Вода з джерела тече трубою *a* і витікає з *б*. За збільшеної швидкості вода притискає ударний хлипак *б* до отвору, і він розкривається; виходить зворотний удар, і вода, від-

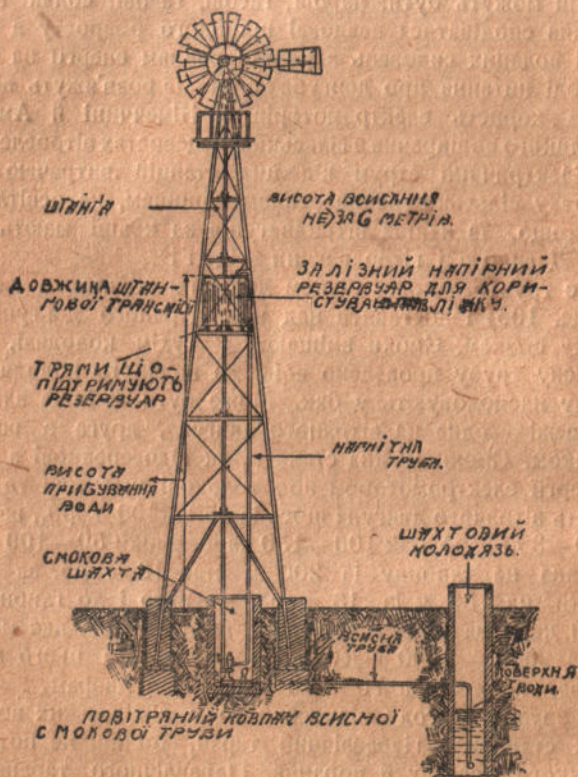


Рис. 106.

кривши нагнітний хлипак *в*, потрапляє в камеру *г* і з неї в нагнітну трубу *д*. Коли усталиться рівновага, тобто рівень води в джерелі *й* у трубі *д* стане приблизно на однаковій висоті, ударний хлипак одкривається, а нагнітний закривається

І повторюється те саме явище. Повітря в камері з, стискаючись, регулює вдари й витискує воду в трубу д; поступінно вода досягає резервуара „е“, що розміщений набагато вище від джерела. Щоб успішно чинив таран, повинно бути певне співвідношення між спадом і довжиною водопровідної труби, воно становить 1 : 3 — 1 : 4; та ще й спад не має бути менший за 1 метр. Найбільша видатність великих розмірів тарана становить щось із 12000 літрів за годину. Співвідношення поперечників живильних труб до нагнітних дорівнює 2 : 1.



Рис. 107.

За певної кількості води, що притікає до тарана, чин його буде такий:

$\frac{H}{h} =$	2	4	6	8	10
$q =$	40%	18 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	11 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	7 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	4 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>

(на відсотки від кількості води, що притікає до тарана).

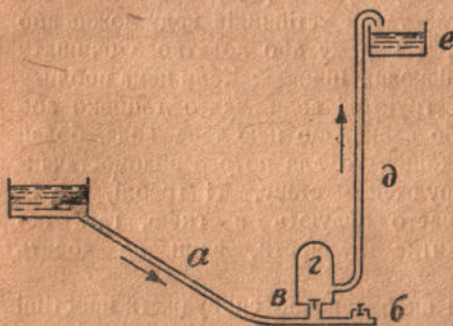


Рис. 108.

По місцях, де таран має робити і взимку, треба будувати над тараном тепляка. Вартість самого тарана від 100 до 800 карб. залежно від розміру й видатності.

Інші споруди сільського водогону — водоприймач або ґрунтові водозбори, устійники й цідила повинні бути, якомога, простої конструкції. Отже, як водоприймач ми вважали б за доцільну злагоду з кашичної скрині з кам'яною наскою. Щодо споруд очищати річкову

водоприймач ми вважали б за доцільну злагоду з кашичної скрині з кам'яною наскою. Щодо споруд очищати річкову

воду для сільського водопостачання варт зазначити, що збудовання таких споруд натрапляє на чималі труднощі, як через велику їх вартість, так і що важко їх правильно експлуатувати в сільських обставинах; тим то ми вважали б за можливе обмежитися на збудованні простих відкритих (або краще критих) устійників, виритих у землі з набивним глиняним дном, див. рис. 109, що його випущено за обрис нижньої основи й що переходить у закладені глиняні набивні спади. Унутрішні земляні спади доцільно вибрукувати або зміцнити дерном. Грубину глиняного заглибня можна визначати 0,15 м. Над глиняним дном насипано шар піску завгрубшки 0,20 м.



Рис. 109.

Глибину устійників можна визначати 1,5 — 2,5 м; місткість їх визначати, виходячи з 12 — 24-годинного устоювання. Відкриті устійники потрібно огорожувати (наприклад, колючим дрогом або парканом). Після таких устійників воду можна або безпосередньо насмокувати в мережу або додатково очищати (якщо є на це змога) на піскових цідилах. Коли нема поблизу села ні річки ні джерел, а ґрунтові води надто глибоко або кепської якості, а є яр або балка, що нею тече вода, бодай тільки на весні або після дощів, то для потреб водопостачання можна вдатися до спорудження ставу. Ті греблі, що їх за таких випадків селяни часто будують з гною, геть непридатні, бо oprіч їх антисанітарности, вони не досить тривки.

Нижче подано вказівки як правильно споруджати простіші стави із земляними греблями.

1) Місце для ставу треба вибирати так, щоб якомога більша площа мала до ставу схил (водозбірна площа),

2) Його треба вибрати в тім місці яру чи балки, де спад найменший.

3) Греблю для ставу треба будувати в найвужчій місці яру чи балки з крутими берегами.

4) Греблю бажано збудувати нижче від впаду в балку дрібних балочок.

5) Вибираючи місце для ставу треба пильнувати того, щоб ґрунт був водонепроникливий.

6) Став роблять завглибшки не менш як 3 м коло греблі.

7) Став слід споруджати вище від спусків у балку (якщо вони є) стічних вод заселених місць.

Правильну форму земляної греблі подано на рис. 110.

„Заглибень“ обов'язковий, якщо греблю ставлять на ґрунт, що може пропустити воду. „Заглибень“ спускають до водо-

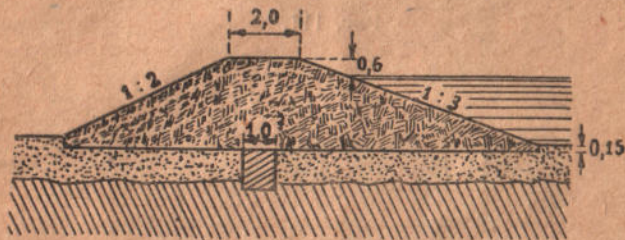


Рис. 110.

непроникливого ґрунту і роблять його від одного краю (крила) греблі до другого, та ще й забивають найкращою масною глиною щільно забутиновуючи. Саме тіло греблі бажано насипати із суглинку або мішанини з піском, забутиновуючи шарами. Щоб запобігти переповненню ставу злагоджують водопереливи й водоспуски.

Децентралізоване—індивідуальне сільське водопостачання будують за допомогою колодязів і ставів.

Колодязі слід спускати нижче від першої водонепроникливої верстви, а не живити їх ґрунтовою водою або „поверхневою“, бо такі води здебільшого бувають забруднені. Колодязі слід розміщати не ближче ніж 20 м од товарячих дворів, лікарняних стоків, відхідників і помийниць. Кріплення

(тобто стінки) колодязя повинне бути водонепроникливе, тривке й довговічне; кращий матеріял становлять камінь, бетон, цегла і залізо; частіш над усе вживають дерева. Дерев'яні колодязі звичайно квадратіві розмірами  $1 \times 1$  до  $1,5 \times 1,5$  м. Колоди

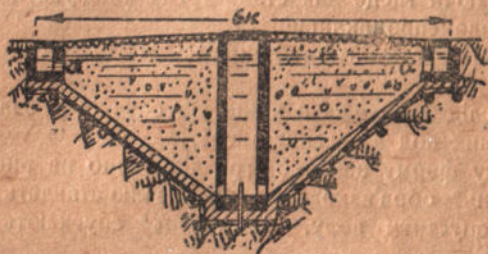


Рис. 111.

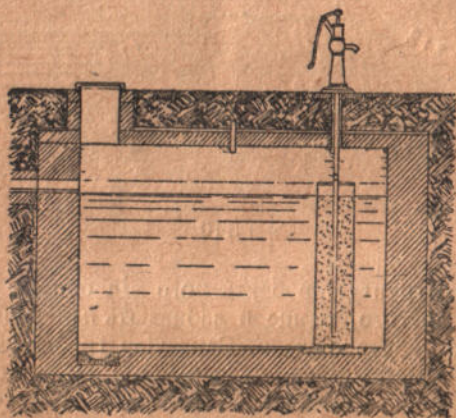


Рис. 112.

зруба в кутах злучають у лапу, злучаючи окремі цямрини зруба чопами. На дні колодязя настеляють поміст із дощок з отворами для води. Спорудивши колодязь навколо його завширш на  $\frac{3}{4}$  м і завглибшки не менш, як 2 метри вибирають ґрунт і забивають глиною. Над поверхнею землі колодязь виводять не менш, як на  $\frac{3}{4}$  м.

Станви будують на збирання дощової води, якщо ґрунтові води залягають глибоко і нема поблизу іншого джерела водопостачання. Станви будують двох типів — венецькі станви і американські станви.

У венецьких станвах (див. рис. 111) дощова вода надходить підвідним каналом на цідильний шар піску, а потім підвисши збирається в центральний колодязь. Перед цідилом іноді будують невеликого устійника і рідке нарінкове цідило.

В американських стаявах (рис. 112) Вода надходить у водоймище; цідження одбувається під час висмокування води смоками через цідильну колонку, що складається з декількох уставлених один в один циліндрів, промежки між ними заповнено шарами піску, грубість зерен якого меншає до осі колонки. Колонка до висоти 0,5 м над дном непрониклива для води.

на підбирання поперечників водопровідних труб за формулою

Втрати напору		Поперечники труб на міліметри									
		40		50		80		100		125	
$\frac{h}{z}$	$l$	$Q$	$v$	$Q$	$v$	$Q$	$v$	$Q$	$v$	$Q$	$v$
1: 10	0,10000	1,1	0,90	2,1	1,09	8,1	1,61	15,2	1,94	28,4	2,31
1: 15	0,06667	0,9	0,74	1,8	0,89	6,6	1,32	12,4	1,58	23,2	1,89
1: 20	0,05000	0,8	0,64	1,5	0,77	5,7	1,14	10,8	1,37	20,1	1,64
1: 25	0,04000	0,7	0,57	1,4	0,69	5,1	1,02	9,6	1,22	18,0	1,46
1: 30	0,03333	0,7	0,52	1,2	0,63	4,7	0,93	8,8	1,12	16,4	1,34
1: 35	0,02857	0,6	0,48	1,1	0,59	4,3	0,86	8,1	1,03	15,2	1,24
1: 40	0,02500	0,6	0,45	1,0	0,55	4,1	0,81	7,6	0,97	14,2	1,16
1: 45	0,02222	0,5	0,43	1,0	0,52	3,8	0,76	7,2	0,91	13,4	1,09
1: 50	0,02000	0,5	0,40	0,9	0,49	3,6	0,72	6,8	0,87	12,7	1,04
1: 60	0,01667	0,7	0,37	0,9	0,45	3,3	0,66	6,2	0,79	11,6	0,95
1: 70	0,01429	0,4	0,34	0,8	0,41	3,1	0,61	5,8	0,73	10,7	0,88
1: 80	0,01250	0,4	0,32	0,8	0,39	2,9	0,57	5,4	0,68	10,0	0,82
1: 90	0,01111	0,4	0,30	0,7	0,37	2,7	0,54	5,1	0,65	9,5	0,77
1: 100	0,01000	0,4	0,29	0,7	0,35	2,6	0,51	4,8	0,61	9,0	0,73
1: 125	0,00800	0,3	0,26	0,6	0,31	2,3	0,46	4,3	0,55	8,0	0,65
1: 150	0,00667	0,3	0,23	0,6	0,28	2,1	0,42	3,9	0,50	7,3	0,60
1: 175	0,00571	0,3	0,21	0,5	0,26	1,9	0,39	3,6	0,46	6,8	0,55
1: 200	0,00500	0,3	0,20	0,5	0,24	1,8	0,36	3,4	0,43	6,4	0,52
1: 225	0,00444	0,2	0,19	0,5	0,23	1,7	0,34	3,2	0,41	6,0	0,49
1: 250	0,00400	0,2	0,18	0,4	0,22	1,6	0,32	3,0	0,39	5,7	0,46
1: 275	0,00364	0,2	0,17	0,4	0,21	1,5	0,31	2,9	0,37	5,4	0,44
1: 300	0,00333	0,2	0,17	0,4	0,20	1,5	0,30	2,8	0,35	5,2	0,42
1: 325	0,00308	0,2	0,16	0,4	0,19	1,4	0,28	2,7	0,34	5,0	0,41
1: 350	0,00286	0,2	0,15	0,4	0,19	1,4	0,27	2,6	0,33	4,8	0,39
1: 375	0,00267	0,2	0,15	0,4	0,18	1,3	0,26	2,5	0,32	4,6	0,38



## Л И Ц Я

Гангільє-Куттера із сучинником шерехатости 0,25

## Поперечники труб на міліметри

150		175		200		225		250		300	
Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v
47,3	2,68	72,5	3,02	104,6	3,33	145,2	3,65	194,0	3,9	320	4,55
38,6	2,19	59,2	2,46	85,4	2,71	118,5	2,98	158,4	3,23	261	3,70
33,4	1,89	51,3	2,13	74,0	2,36	102,7	2,58	137,2	2,80	226	3,20
29,9	1,69	45,9	1,91	66,2	2,11	91,6	2,31	122,7	2,50	202	2,86
27,3	1,55	41,9	1,74	60,4	1,92	83,8	2,11	112,0	2,28	185	2,62
25,2	1,43	38,8	1,61	55,9	1,78	77,6	1,95	103,7	2,11	171	2,42
23,6	1,34	36,3	1,51	52,3	1,67	72,6	1,83	97,0	1,98	160	2,26
22,3	1,26	34,2	1,42	49,3	1,57	68,4	1,72	91,4	1,86	151	2,14
21,1	1,20	32,4	1,40	46,8	1,49	64,9	1,63	86,8	1,77	143	2,03
19,3	1,09	29,6	1,23	42,7	1,36	59,3	1,49	79,2	1,61	131	1,85
17,9	1,01	27,4	1,14	39,5	1,26	54,9	1,38	73,3	1,49	121	1,71
16,7	0,95	25,6	1,07	37,0	1,18	51,3	1,29	68,6	1,40	113	1,60
15,8	0,89	24,2	1,01	34,9	1,11	48,4	1,22	64,7	1,32	107	1,51
14,9	0,85	22,9	0,95	33,1	1,05	45,9	1,16	61,3	1,25	101	1,43
13,4	0,76	20,5	0,85	29,6	0,94	41,1	1,03	54,9	1,12	91	1,28
12,2	0,69	18,7	0,78	27,0	0,86	37,5	0,94	50,1	1,02	83	1,17
11,3	0,64	17,3	0,72	25,0	0,80	34,7	0,87	46,4	0,95	77	1,08
10,6	0,60	16,2	0,67	23,4	0,75	32,5	0,82	43,4	0,88	72	1,01
10,0	0,56	15,3	0,64	22,1	0,70	30,6	0,77	40,9	0,83	68	0,96
9,5	0,54	14,5	0,60	20,9	0,67	29,0	0,73	38,8	0,79	64	0,91
9,0	0,51	13,8	0,58	19,9	0,64	27,7	0,70	37,0	0,75	61	0,86
8,6	0,49	13,2	0,55	19,1	0,61	26,5	0,67	35,4	0,72	58	0,83
8,3	0,47	12,7	0,53	18,3	0,58	25,5	0,64	34,0	0,69	56	0,79
8,0	0,46	12,3	0,51	17,7	0,56	24,5	0,62	32,8	0,67	54	0,77
7,7	0,44	11,8	0,49	17,1	0,54	23,7	0,60	31,7	0,65	52	0,74

Втрата напору		Поперечники труб на міліметри									
		40		50		80		100		125	
$\frac{h}{z}$	$l$	$Q$	$v$	$Q$	$v$	$Q$	$v$	$Q$	$v$	$Q$	$v$
1 : 400	0,00250	0,2	0,14	0,3	0,17	1,3	0,26	2,4	0,31	4,5	0,37
1 : 425	0,00235	0,2	0,14	0,3	0,17	1,2	0,25	2,3	0,30	4,4	0,36
1 : 450	0,00222	0,2	0,13	0,3	0,16	1,2	0,24	2,3	0,29	4,3	0,35
1 : 475	0,00210	0,2	0,13	0,3	0,16	1,2	0,23	2,2	0,28	4,1	0,34
1 : 500	0,00200	0,2	0,13	0,3	0,15	1,1	0,23	2,2	0,27	4,0	0,33
1 : 550	0,00182	—	—	0,3	0,15	1,1	0,22	2,1	0,26	3,8	0,31
1 : 600	0,00167	—	—	0,3	0,14	1,0	0,21	2,0	0,25	3,7	0,30
1 : 650	0,00154	—	—	0,3	0,14	1,0	0,20	1,9	0,24	3,5	0,29
1 : 700	0,00143	—	—	0,3	0,13	1,0	0,19	1,8	0,23	3,4	0,28
1 : 750	0,00133	—	—	0,2	0,13	0,9	0,19	1,8	0,22	3,3	0,27
1 : 800	0,00125	—	—	—	—	0,9	0,18	1,7	0,22	3,2	0,26
1 : 850	0,00117	—	—	—	—	0,9	0,18	1,7	0,21	3,1	0,25
1 : 900	0,00111	—	—	—	—	0,9	0,17	1,6	0,20	3,0	0,24
1 : 950	0,00105	—	—	—	—	0,8	0,17	1,6	0,20	2,9	0,24
1 : 1000	0,00100	—	—	—	—	0,8	0,16	1,5	0,19	2,8	0,23
1 : 1100	0,00091	—	—	—	—	0,8	0,15	1,5	0,18	2,7	0,22
1 : 1200	0,00083	—	—	—	—	0,7	0,15	1,4	0,18	2,6	0,21
1 : 1300	0,00077	—	—	—	—	0,7	0,14	1,3	0,17	2,5	0,20
1 : 1400	0,00071	—	—	—	—	0,7	0,14	1,3	0,16	2,4	0,20
1 : 1500	0,00066	—	—	—	—	0,7	0,13	1,2	0,16	2,3	0,19
1 : 1600	0,00062	—	—	—	—	0,6	0,13	1,2	0,15	2,2	0,18
1 : 1700	0,00059	—	—	—	—	0,6	0,12	1,2	0,15	2,2	0,18
1 : 1800	0,00056	—	—	—	—	0,6	0,12	1,1	0,14	2,1	0,17
1 : 1900	0,00053	—	—	—	—	0,6	0,12	1,1	0,14	2,1	0,17
1 : 2000	0,00050	—	—	—	—	0,6	0,11	1,1	0,14	2,0	0,16

Поперечники труб на міліметри

150		175		200		225		250		300	
Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v
7,5	0,42	11,5	0,48	16,5	0,53	23,0	0,58	30,7	0,63	51	0,72
7,3	4,41	11,1	0,46	16,0	0,51	22,3	0,56	29,8	0,61	49	0,70
7,0	0,40	10,8	0,45	15,6	0,50	21,6	0,54	28,9	0,59	48	0,68
6,9	0,39	10,5	0,44	15,2	0,48	21,1	0,53	28,1	0,57	46	0,66
6,7	0,38	10,3	0,43	14,8	0,47	20,5	0,52	27,4	0,56	45	0,64
6,4	0,36	9,8	0,42	14,1	0,45	19,6	0,49	26,2	0,53	43	0,61
6,1	0,35	9,4	0,39	13,5	0,43	18,7	0,47	25,0	0,51	41	0,59
5,8	0,34	9,0	0,37	13,0	0,41	18,0	0,45	24,1	0,49	40	0,56
5,6	0,32	8,7	0,36	12,5	0,40	17,4	0,44	23,2	0,47	38	0,54
5,5	0,31	8,4	0,35	12,1	0,39	16,8	0,42	22,4	0,46	37	0,52
5,3	0,30	8,1	0,34	11,7	0,37	16,2	0,41	21,7	0,44	36	0,51
5,1	0,29	7,9	0,33	11,3	0,36	15,7	0,40	21,0	0,43	35	0,49
5,0	0,28	7,6	0,32	11,0	0,35	15,3	0,39	20,4	0,42	34	0,48
4,9	0,27	7,4	0,31	10,7	0,34	14,9	0,38	19,9	0,41	33	0,47
4,7	0,27	7,2	0,30	10,4	0,33	14,5	0,37	19,4	0,40	32	0,45
4,5	0,26	6,9	0,29	10,0	0,32	13,8	0,35	18,5	0,38	31	0,43
4,3	0,24	6,6	0,28	9,5	0,30	13,3	0,33	17,7	0,36	29	0,41
4,1	0,24	6,4	0,27	9,2	0,29	12,7	0,32	17,0	0,35	28	0,40
4,0	0,23	6,1	0,26	8,8	0,28	12,3	0,31	16,4	0,33	27	0,38
3,9	0,22	5,9	0,25	8,5	0,27	11,9	0,30	15,8	0,32	26	0,37
3,7	0,21	5,7	0,24	8,3	0,26	11,5	0,29	15,3	0,31	25	0,36
3,6	0,21	5,6	0,23	8,0	0,26	11,1	0,28	14,9	0,30	25	0,35
3,5	0,20	5,4	0,23	7,8	0,25	10,8	0,27	14,5	0,30	24	0,34
3,4	0,19	5,3	0,22	7,6	0,24	10,5	0,27	14,1	0,29	23	0,33
3,3	0,18	5,1	0,21	7,4	0,24	10,3	0,26	13,7	0,28	23	0,32

Витрати на- пору		Поперечники труб на міліметри									
		350		400		450		500		600	
$\frac{h}{z}$	$I$	$Q$	$v$	$Q$	$v$	$Q$	$v$	$Q$	$v$	$Q$	$v$
1: 10	0,10000	488	5,07	702	5,59	966	6,08	1286	6,55	2105	7,45
1: 15	0,06667	398	4,14	574	4,56	789	4,96	1050	5,35	1719	6,08
1: 20	0,05000	345	3,58	497	3,95	683	4,30	910	4,63	1488	5,26
1: 25	0,04000	308	3,21	444	3,54	611	3,84	813	4,14	1331	4,71
1: 30	0,03333	282	2,92	406	3,23	558	3,51	743	3,78	1215	4,30
1: 35	0,02857	261	2,71	375	2,99	517	3,25	688	3,50	1125	3,98
1: 40	0,02500	244	2,54	351	2,80	483	3,04	643	3,28	1053	3,72
1: 45	0,02222	230	2,39	331	2,64	456	2,86	606	3,09	992	3,51
1: 50	0,02000	218	2,27	314	2,50	432	2,72	575	2,93	941	3,33
1: 60	0,01667	199	2,07	287	2,28	395	2,48	525	2,67	859	3,04
1: 70	0,01429	184	1,92	266	2,11	365	2,30	486	2,48	796	2,81
1: 80	0,01250	172	1,79	248	1,98	342	2,15	455	2,32	744	2,63
1: 90	0,01111	163	1,69	234	1,86	322	2,03	429	2,18	702	2,48
1: 100	0,01000	154	1,60	222	1,77	306	1,92	407	2,07	666	2,35
1: 125	0,00800	138	1,43	199	1,58	275	1,72	364	1,85	595	2,11
1: 150	0,00667	126	1,31	181	1,44	250	1,57	332	1,69	544	1,92
1: 175	0,00571	117	1,21	168	1,34	231	1,45	307	1,57	503	1,78
1: 200	0,00500	109	1,13	157	1,25	216	1,36	288	1,47	471	1,67
1: 225	0,00444	103	1,07	148	1,18	204	1,28	271	1,38	444	1,57
1: 250	0,00400	98	1,01	141	1,12	193	1,22	257	1,31	421	1,49
1: 275	0,00364	93	0,97	134	1,07	184	1,16	245	1,25	401	1,42
1: 300	0,00333	89	0,93	128	1,02	176	1,11	235	1,20	384	1,36
1: 325	0,00308	86	0,89	123	0,98	170	1,07	226	1,15	369	1,31
1: 350	0,00286	82	0,86	119	0,95	163	1,03	217	1,11	356	1,26
1: 375	0,00267	80	0,83	115	0,91	158	0,99	210	1,07	344	1,22

Поперечники труб на міліметри

700		750		800		900		1.000		1.200	
Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v
3186	8,28	3835	8,68	4556	9,06	6249	9,82	8281	10,55	13474	11,92
2602	6,76	3131	7,09	3718	7,40	5102	8,02	6762	8,61	11002	9,73
2253	5,86	2711	6,14	3221	6,41	4419	6,95	5856	7,46	9528	8,43
2015	5,24	2425	5,49	2881	5,73	3942	6,21	5238	6,67	8522	7,54
1840	4,78	2214	5,01	2630	5,23	3608	5,67	4781	6,09	7780	6,88
1703	4,43	2050	4,64	2435	4,85	3340	5,25	4427	5,64	7203	6,37
1593	4,14	1917	4,34	2278	4,53	3125	4,91	4141	5,27	6737	5,96
1502	3,90	1808	4,09	2148	4,27	2946	4,63	3904	4,97	6352	5,62
1425	3,70	1715	3,88	2037	4,05	2795	4,39	3704	4,72	6028	5,33
1301	3,38	1556	3,54	1860	3,70	2551	4,01	3381	4,31	5501	4,86
1204	3,13	1449	3,28	1722	3,43	2362	3,71	3130	3,99	5093	4,50
1127	2,93	1356	3,07	6111	3,20	2209	3,47	2928	3,73	4764	4,21
1062	2,67	1278	2,89	1519	3,02	2083	3,27	2760	3,52	4492	3,97
1008	2,62	1213	2,75	1441	2,87	1976	3,11	2619	3,33	4261	3,77
901	2,34	1085	2,46	1289	2,56	1768	2,78	2342	2,98	3811	3,37
823	2,14	990	2,24	1176	2,34	1614	2,54	2138	2,72	3479	3,08
762	1,98	917	2,08	1089	2,17	1494	2,35	1980	2,52	3214	2,85
713	1,85	857	1,94	1019	2,03	1397	2,20	1852	2,36	3013	2,66
672	1,75	808	1,83	960	1,91	1317	2,07	1746	2,22	2841	2,51
637	1,66	767	1,74	911	1,81	1250	1,97	1656	2,11	2695	2,38
608	1,58	731	1,66	869	1,73	1192	1,87	1579	2,01	2570	2,27
582	1,51	700	1,59	832	1,66	1141	1,79	1512	1,93	2460	2,18
559	1,45	673	1,52	799	1,59	1096	1,72	1453	1,85	2364	2,09
539	1,40	648	1,47	770	1,53	1056	1,66	1400	1,78	2278	2,01
520	1,35	626	1,42	744	1,48	1021	1,60	1352	1,72	2200	1,95

Втрата на- пору		Поперечники труб на міліметри									
		350		400		450		500		600	
$\frac{h}{z}$	$l$	$Q$	$v$	$Q$	$v$	$Q$	$v$	$Q$	$v$	$Q$	$v$
1: 400	0,00250	77	0,80	111	0,88	153	0,96	203	1,04	333	1,88
1: 425	0,00235	75	0,78	108	0,86	148	0,93	197	1,01	323	1,14
1: 450	0,00222	73	0,76	105	0,83	144	0,91	192	0,98	314	1,11
1: 475	0,00210	71	0,74	102	0,81	140	0,88	187	0,95	305	1,08
1: 500	0,00200	69	0,72	99	0,79	137	0,86	182	0,93	298	1,05
1: 550	0,00182	66	0,68	95	0,75	130	0,82	173	0,88	284	1,00
1: 600	0,00167	63	0,65	91	0,72	125	0,78	166	0,85	272	0,96
1: 650	0,00154	61	0,63	87	0,69	120	0,75	160	0,81	261	0,92
1: 700	0,00143	58	0,61	84	0,67	116	0,73	154	0,78	252	0,89
1: 750	0,00133	56	0,59	81	0,65	112	0,70	149	0,76	243	0,86
1: 800	0,00125	55	0,57	79	0,63	108	0,68	144	0,73	235	0,83
1: 850	0,00117	53	0,55	76	0,61	105	0,66	140	0,71	228	0,81
1: 900	0,00111	51	0,53	74	0,59	102	0,64	136	0,69	222	0,79
1: 950	0,00105	50	0,52	72	0,57	99	0,62	132	0,67	216	0,76
1: 1000	0,00100	49	0,51	70	0,56	97	0,61	129	0,66	211	0,75
1: 1100	0,00091	47	0,48	67	0,53	92	0,58	123	0,63	201	0,71
1: 1200	0,00083	45	0,46	64	0,51	88	0,56	117	0,60	192	0,68
1: 1300	0,00077	43	0,45	62	0,49	85	0,53	113	0,57	185	0,65
1: 1400	0,00071	41	0,43	59	0,47	82	0,51	109	0,55	178	0,63
1: 1500	0,00066	40	0,41	57	0,46	79	0,50	105	0,54	172	0,61
1: 1600	0,00062	39	0,40	56	0,44	76	0,48	102	0,52	166	0,59
1: 1700	0,00059	37	0,39	54	0,43	74	0,47	99	0,50	161	0,57
1: 1800	0,00056	36	0,38	52	0,42	72	0,45	96	0,49	157	0,56
1: 1900	0,00053	35	0,37	51	0,41	70	0,44	93	0,48	153	0,54
1: 2000	0,00050	35	0,36	50	0,40	68	0,43	91	0,46	149	0,53

Поперечники труб на міліметри

700		750		800		900		1.000		1.200	
Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v
504	1,31	606	1,37	720	1,43	988	1,55	1309	1,67	2131	1,88
489	1,27	588	1,33	699	1,39	959	1,51	1270	1,62	2067	1,83
475	1,23	572	1,29	679	1,35	932	1,46	1233	1,57	2009	1,78
462	1,20	556	1,26	661	1,32	907	1,43	1202	1,53	1955	1,73
451	1,17	542	1,23	644	1,28	884	1,39	1171	1,49	1906	1,69
430	1,12	517	1,17	614	1,22	843	1,33	1117	1,42	1817	1,61
411	1,07	495	1,12	588	1,17	807	1,27	1069	1,36	1740	1,54
395	1,03	476	1,08	565	1,12	775	1,22	1027	1,31	1671	1,48
381	0,99	458	1,04	545	1,08	747	1,17	990	1,26	1611	1,42
368	0,96	443	1,00	526	1,05	722	1,13	956	1,22	1556	1,38
356	0,93	429	0,97	509	1,01	699	1,10	926	1,18	1507	1,33
346	0,90	416	0,94	494	0,98	678	1,07	898	1,14	1462	1,29
336	0,87	404	0,92	480	0,96	659	1,04	873	1,11	1420	1,26
327	0,85	393	0,89	467	0,93	641	1,01	850	1,08	1385	1,22
319	0,83	384	0,87	456	0,91	625	0,98	828	1,06	1348	1,19
304	0,79	366	0,83	434	0,86	596	0,94	790	1,01	1285	1,14
291	0,76	350	0,79	416	0,83	571	0,90	756	0,96	1230	1,09
280	0,73	336	0,76	400	0,80	548	0,86	726	0,92	1182	1,05
269	0,70	324	0,73	385	0,77	528	0,83	700	0,89	1139	0,01
260	0,68	313	0,71	372	0,74	510	0,80	676	0,86	1100	0,97
253	0,66	303	0,69	360	0,72	494	0,78	655	0,83	1065	0,94
244	0,64	294	0,67	349	0,70	479	0,75	635	0,81	1033	0,91
238	0,62	286	0,65	340	0,68	466	0,73	617	0,79	1004	0,89
231	0,60	278	0,63	331	0,66	453	0,71	601	0,77	978	0,86
225	0,59	271	0,61	322	0,64	442	0,70	586	0,75	953	0,84

## СПИСОК ДжЕРЕЛ

1. Іванов В. Ф., проф. Водоснабжение и канализация поселков. 1927
  2. Іванов В. Ф., проф. Будовання водопроводів та водостоків у будинках. 1930
  3. Іванов В. Ф., проф. Сбор дождевой воды цистернами—(Журнал „Наука и Техника“. 1926).
  4. Генієв Н. Н., проф. Городские водопроводы. 1928.
  5. Генієв Н. Н., проф. Примеры расчета городских водопроводов. 1929.
  6. Генієв Н. Н., Железнодорожное водоснабжение. 1929.
  7. Сурін А. А., проф. Вода и водосборные сооружения. 1926.
  8. Кашкаров Н. А., проф. Курс водоснабжения 1926.
  9. Кашкаров проф. та Тольцман інж. Водопроводные сооружения, применяемые при постройке водопроводов в Союзе в последнее время. 1929.
  10. Lueger Otto „Die wasserversorgung der Städte“. 1908.
  11. Weugauch Robert „Die Wasserversorgung der Städte“. 1914
  12. Єсман І. Г., проф. Поршневые насосы. 1928.
  13. Єсман І. Г., Центробежные насосы. 1928.
  14. Матіссен Г., проф. і Фукслер інж. Насосы. 1927.
  15. Правдзік Б. К., проф. Курс водоснабжения. 1903.
  16. Брудніков А. Н., інж. Водоснабжение городов и селений. 1926.
  17. Будніков А. Н., інж. Водопроводно-канализационный справочник. 1928.
  18. Ziegler „Schnellfilter“.
  19. Фентеклюс А. Ветряные двигатели. 1927.
  20. Кажінський Б. Б. Ветросиловые установки. 1928.
  21. Спаро проф. Сельское водоснабжение.
  22. Grohnert E. „Die Zentrale Wasserversorgung“ 1927.
  23. Брінкгауз П. Городская водопроводная сеть.
  24. Brinkhaus „Die Grundwasserversorgung“.
  25. Кванц Л., інж. Современные центробежные насосы. 1926.
-



## УКРАЇНСЬКО-РОСІЙСЬКИЙ СЛОВНИЧОК ТЕХНІЧНИХ ТЕРМІНІВ

- Артезійський — артезианский.
- Баняста частина — куполообраз. часть.
- Безбарвний — бесцветный.
- Безупинний — непрерывно действующий.
- Броварство — пивоварение.
- Брук — мостовая.
- Брукувати — мостить камнем.
- Будинок — здание.
- Будівний — строительный.
- Вапно — известь.
- Вапно нелюсоване — известь негашенная.
- Вежа — башня.
- Верства — слой, пласт.
- Видатність — производительность.
- Вилучення — выделение.
- Вимикати — выключать.
- Відгілок, відгалузок — ответвление.
- Відгалуження (процес) — ответвление.
- Відходок промивний — ватер-клоз.
- Відділок — фильтрат.
- Вмикати — включать.
- Вода горішня — вода верхня, верховая.
- „ грунтова — в. грунтовая.
- „ питна — в. питьевая.
- „ підземна — в. подпочвенная, подземная.
- Вода поверхнева — в. поверхностная
- „ стічна — в. сточная.
- „ тверда — в. жесткая.
- Водовидавний грант — водоразборный кран.
- Водовмісна верства — водоносный пласт.
- Водогін — водопроводн. станція, підприємство.
- Водойма — бассейн, водоем.
- Водоймище — водохранилище.
- Водомір кружальний — водомер дисковый.
- „ об'ємний — в. объемный.
- „ швидкісний — в. скоростный.
- Водонепроникливий — водонепроницаемый.
- Водопілля — половодье.
- Водоперепускальність — водопропускная способность.
- Водопостачання — водоснабжение.
- Водонепроникливий — водонепроницаемый.
- Водоспоживання — водопотребление.
- Водограй — фонтан. [ние.
- Властивість — свойство.
- Гнічення — прессование.
- Горловина — раструб (трубы).
- Гара — шпунт.
- Грант — кран.

Ґратниця — решетка.  
Ґрунт — почва.  
„ нетривкий — п. слабая.  
Ґума — резина.

Джерело — источник, ключ.  
Догірний — восходящий.  
Додільний — нисходящий.

Живильний — питательный.  
Живлення — питание.

Забутинувати — утрамбовать.  
Заглибень — замок (у дамб).  
Заубень — тупик.  
Закиснювач — окислитель.  
Засюлок — крепление.  
Заставка — щит.  
Засувка — задвижка.  
Затичка — пробка.  
Звій, звої — виток, витки.  
Звурджувати — створаживать.  
Зв'язень — ферма.  
Злагода — устройство.  
Злагоджувати — устраивать.  
Зливальниця — раковина.  
Злучник — муфта.  
Змішувалка — смеситель.  
Змулений — в везшен. состоянии  
находящийся в воде или пр.  
Знебарвити — обесцветить.  
Зневаджувати — обезвреживать.  
Зневалізувати — нейтрализовать.  
Знезалізювати — обезжелезывать.  
Знезаразити — обеззараживать.  
Знеміцнити — ослабить.  
Зрубина — бревно в срубе колодязя.

Іверів стик — торцевой стык.  
Іржавіння — ржавление.

Кашичний — ряжевый.  
Клямра — скоба.  
Крапчак — пунктир  
Криса — фланец.  
Крутенець — маховичек.  
Куля — шар.

Купільниця — ванна.  
Купільня — ванная комната.

Лазня — баня  
Ланка — звено.  
Лійка — воронка.  
Лінія водотечна — тальвег.  
Луг — щелочь.  
Лужність — щелочность.  
Люз — зазор.  
Люсоване вапно — гашенная известь.  
Люта — припой.

Магnezій — магний.  
Машиновня — машинное здание.  
Мережа — сеть.  
Мийня — мойка.  
Місткість — емкость сосуда.  
Місто — город.  
Місце — место.  
Мутра — гайка.

Нагляд — надзор.  
Накипень — котельный камень.  
Накіття — накатник.  
Нарінок — гравий.  
Насичувати — насыщать.  
Наспа — отсыпь (каменная).  
Невалізувати — нейтрализовать.

Обрисові частини — фасонные ча-  
сти.

Оливо — свинец.  
Опади — осадки (атмосферні).  
Опір — сопротивление.  
Осад — осадок.

Палі — сван.  
Паровик — паровой котел.  
Перебори — отделения.  
Перекрій — сечение.  
Переліжка — прокладка.  
Перемішувалка грабляста — мешал.  
грабли.  
Перемішувалка — смеситель.  
Пересмокування — перекачивание  
(насосом).  
Перецідувач — процеживатель.

Підмур'я — подвальн. этаж  
Підносити воду — поднимать воду.  
Підшарок — подслон.  
Пішоход — тротуар.  
Пластівці — хлопья.  
Поверх — этаж.  
Поверхня — поверхность.  
Повищий — вышележащий.  
Повсть — войлок.  
Пов'язь — бандаж.  
Поземний — горизонтальный.  
Позначка — отметка  
Покривці — кожухи-футляры кож.  
Поперечник — диаметр.  
Порання — уход (за машиною)  
Посілість — владение.  
Посудина — сосуд.  
Потужність — мощность.  
Похідний — передвижной.  
Пошкода — повреждение.  
Пральня — прачешная.  
Прилад — прибор.  
Прилука, прилучення — присоеди-  
нение.  
Пристрій — приспособление.  
Проверсток — прослоек.  
Проточина — отверстие для прото-  
ка воды.  
Прут залізний — стержень кругло-  
го железа.  
Проціджувати — профильтровувать.  
Прямовисний — вертикальный.  
Прямокутний — прямоугольный.  
Пурнач — плунжер, нырало.  
Речовина — вещество.  
Рівнобіжно — паралельно.  
Різняця — скотобойня.  
Риштунок — арматура.  
Рідке нарінкове цідило — грубий,  
гравийний фільтр.  
Розгалуження — разветвление.  
Рядов'яна — саржевая (ткань).  
Свердловина — буровая скважина.  
Силовня — силовая установка.  
Скалинець польовий — шпат полев.

Скалля — щебень.  
Скеліпінне покриття — сводчатое  
покриття.  
Скрина — ящик.  
Смок — насос.  
Смоковня — насосная станция.  
Спад — уклон, падание.  
Спиж — бронза.  
Споруда — сооружение.  
Спорудження — сооруж. (процесс).  
Спрогоничувати — сболтить (стя-  
нуть болтами).  
Став — пруд.  
Станва — цистерна.  
Струмина — струя.  
Струм — ручей.  
Стьожка — лента.  
Суцільнотягнені (труби) — целотя-  
нутые.  
Сучинник видатности — коєффици-  
ент полезного действия.  
Струм — ток (електрич.).  
Тирса — опилки.  
Тор залізничий — полотно ж. д.  
Трояк — тройник.  
Товщина — толщина.  
Турбосмок — турбонасос.  
Теча — протекание воды.  
Толок — поршень.  
Улоговина — котловина.  
У просвіт — в свету.  
Устава — установка.  
Устенок — устье трубы  
Устійник — отстойник.  
Устоювання — отстаивание.  
Ущільна осяниця — уплотнительная  
бука.  
Хліпак — клапан.  
Хлібня — хлебопекарня.  
Хуткочинний — быстродейству-  
ющий.  
Цідження — фильтрование.  
Цідило — фильтр.

Щидильня — фильтровальная станция.

Щупкість — жесткость (конструкц).

Щямрова труба — обсадная труба.

Череп'яні труби — керамиковые трубы.

Чинбарня — кожевен. завод.

Чамур — раствор (известковый, цементовый).

Чпляти — подвешивать.

Шар — слой.

Швидкість — скорость.

Шлям — грязь-осадок.

Шпеник — штифт.

Штаба — полоса железа, стали.

Щільнуватий — щелевидный.

Щільно — плотно.

Якість — качество.

Терміни подано за „Словником технічної термінології“ (загальним) інж. Шелудько І. та інж. Садовського Т. Том Х. Матеріалів до української термінології та номенклатури. Видання ДВУ. 1928 р. та Б. Грінченко „Словник української мови“, вид. 1925 р. ДВУ.

## З М І С Т

	Стор.
I. Вода . . . . .	3
II. Призначення водогону. Вимоги, що їм повинен відпові- дати водогін. Загальне розташування водогінних спо- руд. Різні схеми водогонів . . . . .	3
III. Річкові й озерні водоприймачі . . . . .	8
IV. Очищення води. . . . .	13
1) Різні способи очищати . . . . .	—
2) Устоювання води перед англійськими цідилами . . . . .	15
3) Повільне цідження; англійські цідила . . . . .	17
4) Хуткочинні американські цідила . . . . .	22
5) Стерилізація питної води . . . . .	29
6) Твердість води . . . . .	30
7) Зм'якшення води . . . . .	33
8) Знезалізнення води . . . . .	36
V. Водопостачання підземних вод . . . . .	40
1) Класифікація підземних вод . . . . .	—
2) Каптація джерел . . . . .	42
3) Поземні водозбори . . . . .	43
4) Свердлові трубчасті колодязі . . . . .	45
5) Водопостачання за допомогою шахтових колодязів . . . . .	48
6) Артезійські водозбори . . . . .	—
VI. Міська вулична мережа та її розрахунок . . . . .	50
VII. Споруди на вирівнювання витрати і тиску в мережі . . . . .	59
VIII. Смоки і смоковні . . . . .	66
1) Толокові смоки . . . . .	—
2) Відосередкові смоки . . . . .	68
3) Злагодя смоковні . . . . .	73
IX. Злагодя водопровідної мережі . . . . .	75
1) Чавунні труби . . . . .	—
2) Труби з інших матеріалів . . . . .	80
3) Дерев'яні трубопроводи . . . . .	81

X. Деталі міської мережі: засувки, пожежні гранти, вантузи	84
XI. Водоміри	88
XII. Цементові стики горловинних водопровідних труб	90
XIII. Збудування водопровідної мережі	91
Особливі випадки укладання труб:	92
XIV. Випробування (гнічення) трубопроводів	94
XV. Іржавіння водопровідних труб	—
XVI. Домові прилуки і домовий водопровід	95
XVII. Сільське водопостачання	100
XVIII. Таблиці на підбирання водопровідних труб за формулою Гангільє-Куттера	110
Список джерел, що з них користався автор, складаючи цю книжку	118
Українсько-російський словничок технічних термінів	119



Ціна 75 коп. (Р)

