

628.1
Б-43

628.1
Б-43

М. В. БЕЛЕЛЮБСКИЙ

ВОДОПОСТАЧАННЯ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

6352

1955

(1955)

7

○

ГОИТИ
ДНТВУ
ИКТП

М. В. Белелюбский • Водопостачання в сільському господарстві

6352



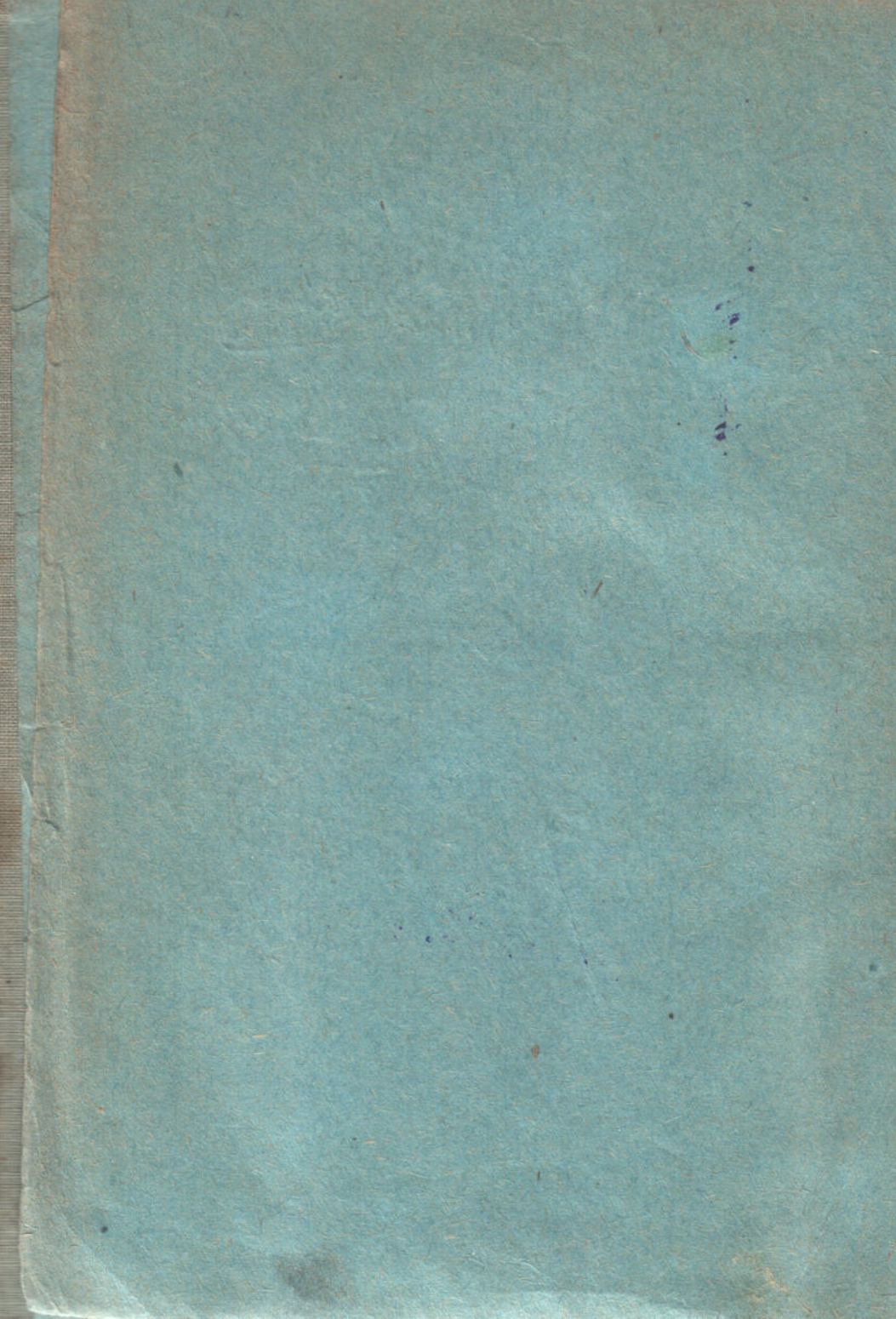
5

Mammam

Mammam



[Faint, illegible purple ink markings]



М. В. БЕЛЕЛЮБСЬКИЙ
Доцент Одеського інституту інженерів
цивільного і комунального будівництва

У

628.1
8-43

ВОДОПОСТАЧАННЯ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

СКЛАДЕНО ЗА УЧАСТЮ
інж. П. В. БОЙКО

6352



с/а

проверено
1966 г.

Український інститут
інженерів водного господарства
ЧИТАЛЬНИЙ ЗАЛ



ОНТИ ДЕРЖАВНЕ НКТП
НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ ВИДАВНИЦТВО УКРАЇНИ
Харків 1938

Бібліографічний опис цього
видання вміщено в „Літопису
Укр. Друку“, „Картковому
реперт.“ та інших покажчиках
Укр. Книжк. Палати.

3—3

Відповідальний редактор *М. Д. Плехов*

Літредактор *В. М. Бутенко*

Техредактор *Ф. У. Бергер*

Коректори *М. І. Павловський і Трохименко*

Київська друкарня ОНТИ. Київ, Хрещатик, 42

Уповноваж. Головліту № 4692.

Зам. № 850.

Тираж 15 000—20³/₈ ар

ПЕРЕДМОВА

Питання сільської санітарної впорядкованості, насамперед водопостачання, набули тепер першорядного значення в зв'язку з зростанням культурного рівня села на базі суцільної колективізації і організації зразкових радянських господарств — тваринницьких радгоспів, зернорадгоспів і т. ін.

Примітивні форми підіймання води силою людини і тварин треба замінити механічними водопідоймами. До води для сільського водопостачання ставиться цілий ряд вимог, в яких враховується величезне значення, що його має добра вода не тільки для здоров'я людей і худоби, а й для виробничих операцій по переробленню первинної сільськогосподарської продукції, для тракторів і т. ін.

Ось чому питання добування і очищення води для сільського водопостачання набувають величезного значення. Новизна питань сільського водопостачання потребує провадження в цій галузі великої науково-дослідної роботи. Щодо цього слід особливо відзначити роботи Північно-кавказького інституту гідротехніки і меліорації. Зростання сільських тепло- і гідроелектростанцій відкриває широкі перспективи для водопостачання не тільки окремих сіл, радгоспів, а й цілих районів (групове сільське водопостачання). Сільське водопостачання має ряд специфічних особливостей, а тому при застосуванні в практиці його будь-яких способів, що вживаються в міському водопостачанні, слід робити ті чи інші зміни.

Основні принципи, яких треба додержувати у сільському водопостачанні — це максимальне спрощення і здешевлення споруд, при будівництві і експлуатації яких треба враховувати особливості місцевих умов і не погіршувати водночас їх якості.

Автор цієї книги, аж ніяк не претендуючи на вичерпуючу повноту висвітлення питань сільського водопостачання, поставив своїм завданням допомогти проектувальникові, будівельникові і обслуговуючому персоналові сільського водопостачання при розв'язанні їх або інших питань в їх роботі.

Розділи вітряних двигунів і споруд для напування і купання худоби опрацьовані інж. П. В. Бойком, що взяв також участь у збиранні і обробленні графічного матеріалу для інших розділів, за що я йому висловлюю щиру подяку.

М. Белелюбський

§ 1. Якісна оцінка води для водопостачання радгоспів, колгоспів і МТС

При водопостачанні радгоспів, колгоспів і МТС, крім звичайних вимог, які ставляться до питної води, мають бути виконані ще й додаткові вимоги, що витікають з особливих умов виробництва.

Так у тваринницьких радгоспах якісна оцінка води буде інша, ніж у молочних радгоспах, МТС і т. ін.

Якість води впливає на здоров'я худоби. Наприклад, у 14 радгоспах Московської області було обслідувано 118 водойм; з результатів обслідування видно, що захворювання худоби, особливо молодняку, досягало 40—80% у радгоспах, які напували худобу недоброякісною водою. Якщо корови п'ють погану воду, то якість молока в них погіршується і зменшуються удої. Вода може стати джерелом поширення різних захворювань — сибірки, бешихи у свиней, проносу у птиці і т. ін., а також сприяти з'явленню глистів у рогатої худоби. Вода, якою напувають тварин, має задовольняти певні вимоги як своїми фізичними, так і хемічними та бактеріальними властивостями.

Щодо фізичних властивостей, то тут вода для напування худоби має задовольняти такі вимоги: вона повинна бути прозора, без запаху, приємна на смак та освіжуюча. Температура води мусить бути по можливості в межах від 8 до 15°.

Температура води має велике значення для тварини, бо дуже холодна вода забирає багато тепла з її організму. Напившись холодної води, тварина може простудитися і, крім того, витратить багато енергії для зігрівання цієї води, а це не вигідно.

За даними Кельнера, тварина, випивши 50 л води температурою 5° С, витрачає на зігрівання її до температури 30° С близько 1700 калорій, що забирає в тварини вагою 500 кг 15% енергії від її фізіологічного живлення.

При напуванні холодною водою тварина може захворіти на ревматизм, кольки і т. ін.; крім того, від холодної води тварина взагалі втрачає охоту пити. Напувати теплою водою також не рекомендується, бо ця вода розпещує тварин і робить їх нестійкими до простудних захворювань у холодну пору. Проф. Скороходько рекомендує напувати тварин водою температурою 10—12° С. Цим вимогам часто відповідає ґрунтова вода. Зимою ґрунтова вода буває досить теплою, а літом — холоднуватою. В цьому відношенні вода відкритих джерел менш задовільна, через що її зимою рекомендується нагрівати перед тим, як напувати нею худобу.

Якісні оцінки води для напування худоби, що є в спеціальній літературі, досить суперечні. Одними з найбільш поширених норм оцінки питної води є норми проф. Лісіцина К. І.¹, наведені в наступній таблиці:

Таблиця 1

Категорія	Сухий залишок	Хлор	Сульфатна кислота	Загальна твердість у німецьких градусах
1 Добра прісна питна і господарська вода	від 0 до 600	0—100	0—200	0—20°
2 Задовільна прісна питна і погана господарська вода (для прання) .	від 600 до 1 000	100—150	200—300	20—30°
3 Допустима прісна питна і погана господарська вода (для прання). Дуже тверда; там, де є добра прісна вода, ця вода здається трохи солонуватою	від 1 000 до 1 500	150—200	300—350	30—40°
4 Допустима тоді, коли це необхідно, ледве солонувата (майже на межі прісних і солоних вод). Дуже погана для господарства, надзвичайно тверда	від 1 500 до 2 500	200—400	500—1 000	40—60°
5 Звичайно помітно солонувата, п'ється при крайній потребі	від 2 500 до 4 000	400—800	1 000—1 500	60—150°
6 Явно різко солоні, але, відчуваючи спрагу, людина ще може її пити	від 4 500 до 5 000	800—1 500	1 500—2 000	до 200°
7 Примірно крайня, ще нею можна напувати худобу	від 5 000 до 10 000	до 4 000	до 3 000	до 300°

Проф. Хлопін на підставі теоретичної фізіології вважає, що межа допустимої для користування людей води є між третьою і четвертою категоріями за проф. Лісіциним.

¹ Проф. Лісіцин К. І., «О зональной минерализации грунтовых вод на земном шаре и об оценке вод в сухой степи».

За даними проф. Обухова, граничною мінералізацією води для худоби слід вважати п'яту категорію за проф. Лісіциним.

Тепер немає загальноновизнаних норм для хемічного складу доброї питної води. В американському водопровідному довіднику подані такі приблизні граничні норми мінеральних домішок до питної води.

Таблиця 2
мг в 1 л

Сухого залишку	не	більш	як	1000
Хлору	»	»	»	250
SO ₄	»	»	»	250
Магнію	»	»	»	100
Заліза	»	»	»	0,3
Цинку	»	»	»	5,0
Свинцю	»	»	»	0,1
Міді	»	»	»	0,2

Здебільшого водопровідна вода має меншу мінералізацію. Але є такі місця, де для пиття використовують воду значно більшої мінералізації, при чому вода ця не шкодить здоров'ю людей.

Солі кальцію і магнію роблять воду твердою (докладніше про це сказано в розділі «Зм'якшення води»). Твердість води не впливає на здоров'я людей, але для господарства дуже тверда вода є поганою, бо при пранні нею доводиться витратити багато мила і в ній повільніше розварюються овочі.

Для здоров'я людей головне значення має забруднення води бактеріями. Бактерії черевного тифу, паратифів, дизентерії і холери можуть поширюватися через питну воду і викликати таким чином епідемії.

За колишніми нормами в 1 см³ здорової питної води не повинно бути більш як 100 бактерій, і кишкова паличка *V. Coli* має припадати не менш, як на кожні 100 см³ води. Останнім часом до чистоти води ставляться вищі вимоги і добрі очисні станції дають воду, в 1 см³ якої вміщується не більш як 20—30 бактерій і титр *Coli* становить 200—300 см³.

На півдні й південному сході СРСР часто трапляються колодязі і озера, які мають солону або гірко-солонувату воду. Деякі види худоби, наприклад, вівці, легко звикають до солоної й гіркої води; коли ж вода буває дуже солоні і гірка, то тварини не хочуть її пити. За даними проф. Рубнера, людина відчуває неприємний і солоний смак води при вмісті в ній 300—400 мг/л кухонної солі, 500—600 мг/л гіпсу, 500—1000 мг/л магній-сульфату, 60—100 мг/л хлор-сульфату.

Незначні дози NaCl викликають апетит і спрагу і поліпшують засвоєння кормів. Для траводільних NaCl є найбільш корисною добавкою.

Буданов і Трусов кажуть, що кухонна сіль посилює секретію слинних і кишкових залоз, посилює виділення молока і утворення пептону і завдяки вмісту Cl сприяє утворенню хлоридної кислоти HCl. Велика кількість NaCl шкідлива.

Бєбкок встановив, що корови з'їдають близько 28—30 г солі за день, якщо їм давати її доволі; він вважає, що на 450 кг живої ваги досить давати на день 21 г солі і, крім того, 2 г на кожний літр молока.

Вміст навіть досить значних кількостей заліза не шкодить худобі (тільки в коней при напуванні такою водою виникають кольки). Взагалі ж для господарсько-питних потреб населення вода за вмістом заліза має бути така:

Таблиця 3

Заліза від 0,2 до 0,5 мг на 1 л води (низький вміст) — добра вода;
Заліза від 0,5 до 1,0 мг на 1 л води (середній вміст) — задовільна вода;
Заліза від 1 до 3 мг на 1 л води (високий вміст) — погана вода;
Заліза понад 3 мг на 1 л води (дуже високий вміст) — дуже погана вода.

Воду, в якій вміст заліза вищий за норму, можна вживати тільки після того, як вона буде очищена. Для молочних закладів, маслоробного і сироварного виробництва у воді має бути лише мінімальна кількість заліза (краще, якщо його зовсім не буде).

Поширення через воду патогенних бактерій, які викликають інфекційні захворювання, не має такого значення для худоби, як для людей. Патогенні бактерії не розмножуються, а лише зберігаються в воді. Проте іноді вода все ж може стати поширювачем епізоотії.

Твердість води, якою охолоджуються трактори, не повинна бути вища як 20°. Коли ж немає м'якшої води, слід зм'якшувати тверду воду.

§ 2. Споживання води в радгоспах, колгоспах і МТС

При встановленні розрахункової кількості води для радгоспів і колгоспів треба брати до уваги їх виробничо-сільські програми на певне число років наперед.

Водопроводи радгоспів і колгоспів мусять подавати достатню кількість води для задоволення всіх санітарно-побутових, виробничих, протипожежних та інших потреб господарства. Водопостачання тісно пов'язане з економікою сільського господарства і є невід'ємною частиною загального виробничого процесу.

Проф. Кельнер каже, що на зростанні і розвитку молодих тварин шкідливо позначається не тільки дуже незначна недостача води, а й навіть нерегулярне постачання нею. Якщо тварина дістає недостатню кількість води протягом довгого часу, то поряд з посиленням спраги з'являється огида до твердого корму і часто блювота, а також сильні проноси. Пронosi спостерігаються особливо в тих випадках, коли після досить тривалих періодів спраги знову дається вода. Крім того, проф. Кельнер каже, що «навіть для тварин, яких годують вдосталь, має значення, чи розподіляється давана їм вода на окремі невеликі порції, чи дається вона великими кількостями після двох або трьох кормових даванок». Ось чому цілком доцільним є автоматичне напування (див. розділ «Пристрої для напування худоби»). При автоматичних самонапувалках кращих конструкцій тварина може пити воду коли завгодно, як тільки вона цього схоче, при чому помірної температури і невеликими порціями.

З спостережень видно, що тварина, яка втратила 10% води, зне-силюється, а при втраті 20—22% води здихає. Тварини виділяють великі кількості води окремими органами: легеньми, шкірою, нирками,

тому то, природно, треба поповнювати цю втрату. Успішне розв'язання м'ясної проблеми залежить від нагулу тварин, зокрема великої рогатої худоби. Правильний нагул худоби і найбільший привіс можуть бути лише тоді, коли худоба матиме достатню кількість доброякісної води.

Щоб можна було скласти проект водопостачання радгоспу або колгоспу, слід робити так звані «проектні завдання», до яких входять основні положення і схема.

Одним з важливих моментів в основних положеннях є правильне визначення водоспоживання на підставі існуючих норм, відповідно до умов даного об'єкта, визначення кількості споживачів води в різних точках території радгоспу або колгоспу, за різні відрізки пори року і за різні години доби, тобто визначення коефіцієнтів нерівномірності витрати води і графіків водоспоживання.

Графіки водоспоживання дуже відрізняються один від одного залежно від типу радгоспу і колгоспу, його виробничої бази (скотарські, свинарські і зернові радгоспи, молочні ферми, конярські радгоспи і т. ін.).

Крім того, графіки водоспоживання значною мірою залежать від кліматичних умов даної місцевості, індивідуального графіка роботи даного радгоспу або колгоспу відповідно до ряду місцевих умов і т. ін.

Тому то, хоч далі і подаються деякі типові графіки, далеко не завжди можна повністю без змін застосовувати їх для того або іншого радгоспу чи колгоспу, а треба змінювати так або інакше, пересувати в часі і т. ін. Набагато полегшується складання графіка водоспоживання при знанні норм витрати води на окремі виробничі процеси, так званих «операційних норм». Знаючи графік проходження виробничих процесів протягом доби, легко скласти на підставі операційних норм графік водоспоживання, що відповідає даному об'єкту. Тому то далі наводяться не тільки норми витрати води по окремих споживачах, а й операційні норми.

Витрата води на одну людину за добу становить:

1. Для центральних і ділянкових селищ (садиб) радгоспів, колгоспів, а також для робітничих селищ при сільськогосподарських підприємствах:

неканалізованих	40—60 л.
каналізованих	60—100 л.

2. Для невеликих хуторів з числом жителів до 25 чоловік при відсутності каналізації 30—40 л.

Слід зауважити, що подані попереду норми не можна вважати за константні. Разом із загальним швидко зростаючим культурним рівнем населення збільшується також споживання води на одну людину. Через це і наведені попереду норми відповідно змінюватимуться. Вже і тепер в окремих випадках можна визначати вищу норму витрати води для робітничих селищ при сільськогосподарських підприємствах; при значному підвищенні норми і доведенні її до 120—150 л на добу на 1 людину треба вважати, що витрати води на інші санітарні і комунальні потреби увіходять вже в норму.

Населення, яке живе в селищах, можна поділити на 3 категорії:

- 1) постійні робітники і службовці;
- 2) члени родин постійних робітників і службовців;
- 3) тимчасові робітники.

Розрахункове населення в селищі N_p :

$$N_p = N_n t + N_e,$$

де N_n — максимальна кількість робітників і службовців, що постійно живуть у селищі;

t — коефіцієнт сімейності = 2,5—3,5;

N_e — кількість тимчасових робітників і службовців, що працюють і живуть у селищі.

Розрахунковий період дії водопроводу без розширення для радгоспів і колгоспів становить:

для I черги 5—10 років,
для II черги 15—25 років.

Розрахункове населення в колгоспах становить

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

де N — чисельність населення до моменту пуску водопровідних споруд;

p — процент щорічного приросту населення, який визначається за статистичними даними. Орієнтовно тепер p становить 2%;

t — розрахунковий період дії водопроводу.

В наведених попередю нормах господарсько-питних витрат жителів сільського населеного місця враховане лише водоспоживання внутрішнього характеру. Інші витрати води на комунальні і санітарні потреби обчислюються окремо за такими нормами:

Таблиця 4

1) лазні (на 1 людину, що мисться)	150—185 л
2) пральні (на 1 кг сухої білизни)	30—60 л
3) лікарні (на 1 ліжко)	250—300 л
4) громадські їдальні (на 1 людину, що обідає):	
немеханізовані	15 л
механізовані	25 л
5) амбулаторії (на 1 відвідувача)	12—15 л
6) школи (на 1 учня) (без душів)	15 л
7) школи (на 1 учня) (при наявності душів)	40 л
8) клуби (на 1 відвідувача)	10 л
9) дитячі ясла (на 1 дитину)	75 л
10) дитячий садок (на 1 дитину)	75 л
11) душі (на 1 людину)	40 л
12) хлібопекарні (на 1 кг випеченого хліба, включаючи хлібопечення, прибирання приміщень, миття посуду і т. ін.)	2 л
13) на поливання вулиць і зелених насаджень (на 1 м ² тієї площі, що поливається)	1—2 л
14) на поливання городів (при одноразовому поливанні на 1 м ²)	1—1½ л
15) на поливання городів (при дворазовому поливанні на 1 м ²)	2—3 л

Витрати води на 1 тварину за добу в усупільненому секторі при стійловому утриманні становлять:

Таблиця 5

а) велика рогата худоба:	
молочна худоба	75 л
робоча худоба	60 л
молодняк	35 л
б) коні:	
племінні коні	75 л
робочі коні	60 л
в) свині:	
підсисні матки з поросятами (при 8 поросятах) . .	75—80 л
дорослі свині (понад 1 ¹ / ₂ роки)	50—60 л
відгодовувані свині	40 л
кнурі віком 1 ¹ / ₂ роки	60 л
підсвинки віком від 2 до 6 місяців	25 л
ялові матки	25—30 л
г) вівці (на 1 голову)	8—10 л
(норма 10 л застосовується в умовах Середньої Азії)	
д) кози	10—12 л
е) кролі	2 л
є) птиця:	
кури (на 1 голову)	0,5 л
відгодовувані гуси (при відгодівлі, що триває 24 дні)	1,75 л
гуси (протягом всього іншого часу за винятком перебування на воді)	1,25 л
відгодовувані качки (при відгодівлі, що триває 24 дні)	1,75 л
качки (протягом всього іншого часу за винятком перебування на воді)	1,50 л

Наведені попереду норми запроваджуються в господарствах з найпростішою механізацією виробничих процесів. Норми зимового водоспоживання менші, ніж наведені попереду норми літнього водоспоживання при стійловому утриманні.

При розраховуванні водопровідних споруд треба брати до уваги літні норми водоспоживання при стійловому утриманні.

Щоб визначити експлуатаційні витрати, треба знати і витрату води в зимовий час; ця витрата менш уточнена, ніж літня. Для орієнтації наводимо зимові норми за проф. В. С. Оводовим¹:

Таблиця 6

для підсисної матки з 8 поросятами	20 л на добу
для поросної матки	15 л » »
для ялової матки, відгодовуваної свині	5 л » »
для порослят віком 2—4 місяці	2 л » »
для порослят віком 4—6 місяців	5 л » »
для кнурів віком 1 ¹ / ₂ роки	15 л » »

За Маркушиним зимова норма для овець становить 3—4 л. Оперативні норми при стійловому утриманні такі:

¹ Проф. В. С. О в о д о в, «Проектирование рациональных систем водоснабжения сельскохозяйственных предприятий», том I, розділ «Основы и методы проектирования».

а) на 1 молочну корову:

1) виготовлення корму	2 л на добу
2) напування	35 л » »
3) обмивання вим'я	3 л » »
4) чищення тварини	14 л » »
5) миття посуду для молока	9 л » »
6) прибирання приміщення (миття годівниць)	6 л » »
Разом	75 л на добу

б) на 1 теля, молодняк і робочу худобу:

	для телят і молодняку в л	для робочої ху- доби в л
1) виготовлення корму	1,0	2,0
2) напування	20,0	36,0
3) чищення тварин	9,0	15,0
4) прибирання приміщень (миття годівниць і т. ін.)	5,0	7,0
Разом	35,0	60,0

в) на 1 підсисну свиноматку з поросятами:

1) виготовлення корму	6,0 л
2) миття годівниць	20,0 л
3) напування	9,0 л
4) миття станків і прибирання приміщень	30,0 л
5) чищення тварин і інші витрати	10,0 л
Разом	75,0 л

г) на 1 коня:

	для племінних коней в л	для робочих коней в л
1) виготовлення корму	9,0	6,0
2) чищення тварин	15,0	12,0
3) напування	30,0	30,0
4) прибирання приміщень і т. ін.	21,0	12,0
Разом	75,0	60,0

При пасовищному утриманні треба визначати за проф. Оводо-
вим такі витрати води на 1 голову худоби:

Таблиця 7

1) молочна худоба	75 л за добу
2) телиці дворічні	45 л » »
3) телиці однорічні	30 л » »
4) телята віком до 1 року	30 л » »

По окремих операціях ці витрати розподіляються так:

Таблиця 8

Тип тварин	На на- пування	На об- мивання вим'я	На миття посуду	На чищення тварин	Разом
Молочна корова	45	9	9	12	75
Телиці дворічні	35	—	—	10	45
Телиці віком до двох років	25	—	—	5	30

Витрата води при пасовищному утриманні для коней становить 50 л на добу на 1 голову, розподіл яких по операціях наведений в наступній таблиці:

Таблиця 9

На 1 коня	Для племінного в л на добу	Для робочого в л на добу
Виготовлення корму	9,0	6,0
Чищення тварин	15,0	12,0
Напування	30,0	30,0
Прибирання приміщень і інші витрати .	21,0	12,0
Разом	75,0	60,0

Крім витрати води на 1 голову худоби, у тваринницьких радгоспах треба знати мінімальні групові норми споживання, тобто витрати води, які припадають на гурт худоби, обслуговуваний одною польовою водопійною спорудою. До водопійних корит гурт підганяється окремими групами, які ідуть одна за одною, доки нап'ються всі тварини.

Рогату худобу напувають групами, що приміром складаються з 40—50 голів. Гурт з 200 голів напувають щось протягом 40 хвилин. Треба так розміщати і будувати водопійні споруди, щоб д. бове подавання води ними було б не менше кількості води, яка витрачається одним гуртом тварин. Краще при цьому мати деякий запас, тому що в м'ясних і вівчарських радгоспах не завжди додержуються розмірів гурта, отари і т. ін., встановлених Всесоюзними господарськими тваринницькими об'єднаннями.

Далі наводяться відповідно до Всесоюзних стандартів витрати води, що припадають на окремі групи тварин.

Групова добова норма витрати води для рогатої худоби на пасовищах така:

100 корів × 75 л	= 7 500 л
80 телят × 30 л	= 2 400 л
10 дворічних телиць × 45 л	= 450 л
34 однорічних телиць × 30 л	= 1 020 л

Разом 224 тварини витрачають 11 370 л або 11,5 м³

В середньому витрата води на 1 голову дорівнюватиме $\frac{11\,370}{224} = 50,9$ л або округло 51 л.

Групова добова норма витрати води на пасовищі для свинарської бригади така:

Максимальна

Для кнурів	2 × 30 = 60 л
Для маток	35 × 25 = 875 л
Для поросят віком від 0 до 2 міс.	74 × 2 = 144 л
» » » » 4 до 6 міс.	90 × 10 = 900 л
» » » » 6 до 8 міс.	90 × 15 = 1350 л

Разом 3329 л або округло 3,5 м³

Мінімальна

Для кнурів	2 × 25 =	50 л
Для маток	35 × 25 =	875 л
Для поросят віком від 4 до 6 міс.	74 × 10 =	740 л
Для поросят віком від 6 до 8 міс.	30 × 20 =	600 л

Разом . . . 2265 л або округло 2,5 м³

Максимальна групова добова норма витрати води для отари овець така:

у радгоспах тонкорунних овець	910 × 8 =	15 280 л або 15 м ³
у племінних радгоспах	1428 × 8 =	11 428 л або 11 м ³
у радгоспах грубошерстих овець	2242 × 8 =	17 936 л або 18 м ³
у радгоспах напівгрубошерстих овець	2284 × 8 =	18 272 л або 18 м ³

При проєктуванні водопостачаючих споруд треба знати добову норму пасовищного водопостачання, тобто кількість води, що споживається за добу тваринами, які випасаються на 1 га: $p = aQ$, де a — число тварин, що припадає на 1 га за добу і відповідає максимальній кормовій продуктивності пасовища, Q — добова норма споживання води одною твариною на пасовищі в літрах. Наприклад, на 1 га степових луків Північного Кавказу можна прогодувати до 1 голови великої рогатої худоби за добу.

При нормі 50 л на добу матимемо таку добову норму пасовищного водопостачання — $p : 1 \times 50 = 50$ л.

В «Інструкції про організацію і провадження пасовищного господарства в м'ясних радгоспах», випущеній в 1933 році Головним управлінням м'ясних радгоспів при Наркомрадгоспів, подані зразкові норми кормової продуктивності різних пасовищ, відповідно до яких легко визначити добові норми пасовищного водопостачання (див. додаток наприкінці книги).

Норми витрати води машинами і сільськогосподарськими підприємствами такі:

Витрата води тракторами

1) СТЗ 22/36 (Інтернаціонал) (за годину)	2,5 л
2) Катерпіллер 48/60 (за годину)	1,75 л

Кількість води, потрібна для тракторів і для обслуговуючого персоналу, безпосередньо залежить від оброблюваної площі.

Слід зауважити, що витрату води на трактори ще треба уточнити і диференціювати залежно від виконуваної трактором роботи, типу трактора і т. ін.

У спеціальній літературі наводяться норми, що дуже різняться одна від одної.

За 22 години роботи трактора Катерпіллер витрата води становить 50 л, а трактора Інтернаціонал — 75 л.

Ці норми приблизно на 25% більші за наведені раніш.

Через те, що норми недостатньо уточнені, ми вважаємо доцільним з обережності користуватися цими трохи підвищеними нормами.

Крім того, на з'їзді меліораторів в 1933 році в Москві була запропонована норма 120 л за добу на 1 трактор. Норма ця, очевидно, є перебільшеною для використовуваних у нас тракторів.

Наводимо ще дані Маркевіча, який виходив при визначенні норм з витрати пального.

Норми диференційовані за різними видами робіт і обчислені для 1 га оброблюваної площі.

Таблиця 10

Види робіт	Пальне в л на 1 га	Співвідно- шення в %/%	Споживання води в л
Оранка трилемішним плугом на гли- бину 13—16 см	17,3	100	44
Боронування зябі	2,3	12,73	5,60
Боронування озимини	1,9	11	4,83
Боронування пару	1,9	11	4,83
Засів рядковими сівалками	3	17,36	7,64
Переорювання пару	5,5	31,8	14
Культивація пару	2,2	12,13	5,60
Збирання снопов'язалкою	2,4	25,5	11,20

У великих господарствах, коли велика площа увіходить цілком в будьяку одну частину сівозміни і буде зайнята одною якоюсь культурою, витрата води буде найменш рівномірною, що треба відповідно враховувати при проектуванні водопостачання.

Найбільш повно дослідив питання водоспоживання у радгоспах і колгоспах проф. В. С. Оводов в ряді своїх робіт по сільському водопостачанню («Проектирование рациональных систем водоснабжения сельскохозяйственных предприятий», «К вопросу о нормах водоснабжения с.-х. предприятий» і інших). Кількість води, яку в полі витрачають машини, люди і робоча худоба на 1 га за весь період виконання будьякої виробничої операції, проф. Оводов називає «операційною польовою нормою виробничого водопостачання», а ту кількість води, яка має бути подана в поле споживачам, що виконують певну виробничу операцію на 1 га протягом доби — «добовою польовою нормою виробничого водопостачання».

Наприклад, для збирання комбайнами ярої пшениці в кубанському зерновому радгоспі за промфінпланом на 1933 рік визначався час з 1 липня до 1 серпня, тобто 30 діб.

При збиранні пшениці комбайном година продуктивність трактора Інтернаціонал f становила 1,6 га.

Продуктивність 1 робітника, що працював на збиранні пшениці на агрегаті трактор-комбайн, становить $f_1 = 0,53$ га/год. Трактор Інтернаціонал витрачає за годину роботи $Q = 2,3$ л води.

Витрата води робітником за 1 годину $Q_1 = 5,0$ л.

Польова операційна норма виробничого водопостачання для збирання буде

$$n_{пол} = \frac{Q}{f} + \frac{Q_1}{f_1} = \frac{2,3}{1,6} + \frac{5}{0,53} = 10,85 \text{ л/га.}$$

Тоді добова польова норма m виробничого водопостачання на ділянці, засіяній ярою пшеницею, при збиранні, проведеному за 30 дб, для кубанського зернового радгоспу становитиме:

$$m = \frac{n}{t} = \frac{10,85}{30} = 0,36 \text{ л за добу на 1 га.}$$

Очевидно, що польова виробнича норма не тільки різна для різних культур і для різних виробничих процесів, а й змінюється залежно від району (зміна часу t).

Попередній приклад наводиться тільки для пояснення порядку провадження розрахунків. Слід також брати до уваги збільшення виробничих норм в зв'язку з стахановським рухом, що впливає на збільшення f_1 і зменшення t ; при першій обставині трохи зменшується польова операційна норма водопостачання, при другій же збільшується добова польова норма виробничого водопостачання; ось чому можна вважати, що польові операційні норми мають бути трохи зменшені, а польові добові норми виробничого водопостачання трохи збільшені, бо зміна t більше позначається на величині m , ніж зміна f_1 , що входить до складу лише другого члена для $n_{пол}$. Якщо ж ті, хто працює на тракторах, витрачають воду лише в ділянковому селищі, де вони живуть, і виїжджають у поле лише на години своєї роботи, то $\frac{Q}{f} = 0$ і зміна f_1 повною мірою позначиться не тільки на польовій операційній нормі, а й на польовій добовій нормі виробничого водопостачання.

У додатках до цієї книги наведені операційні і добові норми водопостачання культур для механізованого і немеханізованого с.-г. виробництва за проф. В. С. Ововим стосовно до районів Північного Кавказу. Застосувати ці норми легко і в інших районах, треба тільки ввести поправочний коефіцієнт відповідно до строку виконання тих або інших виробничих процесів.

Витрата води для парових локомотивів, що звичайно використовуються на молотбї, може бути обчислена з розрахунку 8 м³ на 1 т кам'яного вугілля або на еквівалентну останньому за тепловидатністю кількість іншого виду палива.

Витрата води на охолодження компресорів, які застосовуються, наприклад, при підйманні води з свердловин ерліфтами, на масло-робних заводах і т. ін., залежить від системи компресора і від температури охолодної води. Для поршневих компресорів витрата води в середньому становить 4—5 л на 1 м³ споживаного компресором повітря (при атмосферному тискові) або 30—40 л на 1 кінську силу за годину. Далі наводиться таблиця витрат води на охолодження приводних горизонтальних двоступневих компресорів, що виготовляються заводом «Борец» у Москві:

Розмір компресора		Видатність в м ³ /год.	Найбільший тиск в ат	Потужність на ободі шківа в к. с.	Витрата охолоджої води в м ³ /год.
діаметр	хід				
37,5/300	200	180— 240	8	26— 30	0 90
45,0/860	300	390— 480	8	60— 64	1,80
55,0/425	400	490— 580	8	60— 77	2 40
55,0/440	400	660— 840	8	88— 100	3,00
62,5/500	500	920—1 200	8	125—155	3,50

При проектуванні водопостачання молочних радгоспів, які мають молокопереробні заводи, застосовуються такі норми води для обробки і л молока:

без механізації і пастеризації	3—5 л,
з пастеризацією	5—8 л,
з механізацією і пастеризацією	8—10 л.

Витрати води в молочних радгоспах залежать значною мірою від миття і дезинфекції посуду та пляшок. Дезинфекцію можна провадити різними способами (содовим розчином, розведеною сульфатною кислотою, ванпуванням, слабко кислотами і слабко лужними розчинами за способом Віртонена і т. ін.); для цих способів потрібна різна кількість води, ось чому при уточненні витрат води в молочних радгоспах з молокопереробною промисловістю треба на місці ознайомитися з виробничими процесами, для яких доводиться витрачати воду.

Для ілюстрації наводимо далі витрати води по молочних пунктах з різною пропускною спроможністю, а також витрати води на масло-робних заводах (табл. 12 і 13 на стор. 18).

Для визначення розрахункових витрат води, отже, і для вирахування водопровідних споруд, треба знати графіки зміни витрат в часі. Щодо зміни добових витрат, то для вирахування водопровідних споруд досить знати коефіцієнти добової нерівномірності витрати, тобто відношення максимальної добової витрати до середньої добової витрати води протягом року.

Для житлово-комунальних секторів центральних і ділянкових садів всіх радгоспів, селищ, сільськогосподарських підприємств і колгоспів коефіцієнт добової нерівномірності витрати має бути такий:

при наявності каналізації	1,2
для частково каналізованих	1,3
для неканалізованих	1,4

Коефіцієнт годинної нерівномірності для всіх наведених попереду селищ становить 2—2,5 (більша величина коефіцієнта — при менших нормах водоспоживання, менша — при більших нормах).

Розподіл води за годинами, тобто графік годинних коливань витрати води, залежить від особливостей даного населеного пункту, характеру виробництва і т. ін.

Підприємство
Колосівський район

Таблиця 12

Ферма	Пропуск-на спро-можність за 1 го-дину	Кількість продукції, що пропус-кається за добу	Витрати води	
			за го-дину	за добу
I. На 600 корів				
а) молочарня	400 л молока	6 000 л молока	1 000 л	18 000 л
б) молочарня з розливанням в пля-шки	400 л	6 000 л молока	1 000 л	18 000 л
в) пункт попереднього перероблення молока при фермі з свинарським господарством	400 л	960 л вершків	500 л	9 000 л
II. На 300 корів				
а) молочарня	400 л	3 000 л молока	100 л	9 000 л
б) пункт попереднього перероблення молока при фермах з свинарським господарством	400 л	480 л вершків	500 л	9 000 л
III. На 100 корів				
а) пункт попереднього охолодження молока	200 л	1 000 л вершків	600 л	3 000 л
б) пункт попереднього перероблення молока при фермах з свинарським господарством	200 л	160 л вершків	300 л	1 500 л
IV. На 1200 корів				
а) молочарня	700 л	1 200 л молока	2 100 л	37 800 л

Таблиця 13

Витрати води на маслобних заводах

Назва виробництва	Ручні і кінні		Механі-зовані з пастери-зацією (в л)	Примітка
	без пас-теризації (в л)	з пасте-ризацією (в л)		
а) маслобство (на 1 л молока) . .	3—5	5—8	8—10	
б) при переробленні на заводі вершків (на 1 л перероблюваних вершків)	—	—	12—14	
в) сироваріння (на 1 л молока) . .	1—1 ¹ / ₂	—	1—1 ¹ / ₂	без пасте-ризації
г) молочно-вершкові заводи (на 1 л молока)	—	8—10	10—12	
д) казеїнові заводи (на 1 л молока) .	3—4	—	4—5	без пасте-ризації

Коли немає достатніх характерних даних, то орієнтовно можна визначати за Діпросільгоспом такий розподіл витрати води за годинами (див. наведену далі таблицю і графік, поданий на фіг. 1).

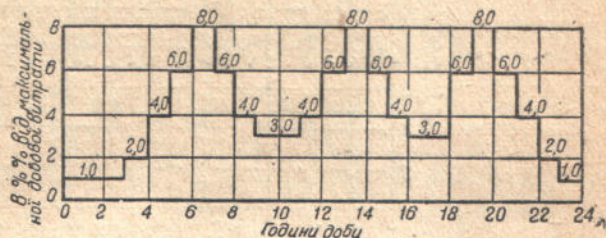
Таблиця 14

	Години доби																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Годинна витрата в проц. від максимальної добової витрати .	1	1	2	4	4	8	8	4	3	3	4	6	8	6	4	3	3	6	8	6	4	2	1	1

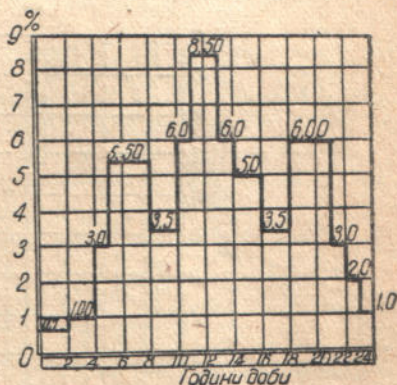
З графіка видно, що протягом доби є характерними 3 максимуми, які Діпросільгосп вважає за однакові.

Звичайно ж у полудень витрата води більша, ніж ранком і ввечері. Останнє можна бачити в графіку Південного науково-дослідного інституту гідротехніки і меліорації (фіг. 2), який добре відображає зміни годинних витрат води населенням протягом доби.

Наведені коефіцієнти нерівномірності й годинні коливання витрати води стосуються лише до житлово-комунального сектора радгоспів і колгоспів. Щоб скласти загальний графік, треба знати також коефіцієнт нерівномірності і графік коливання витрат у виробничих секторах. У тваринницьких виробничих секторах радгоспів, МТС і СТФ колгоспів коефіцієнти нерівномірності витрат води визначаються так:



Фіг. 1. Коливання годинних витрат води у населених пунктах.

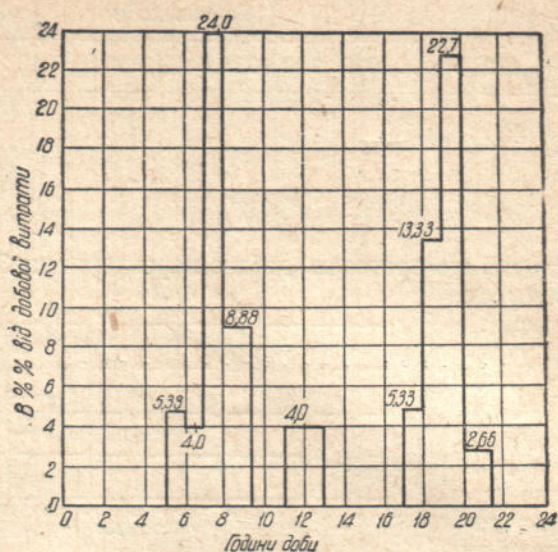


Фіг. 2.

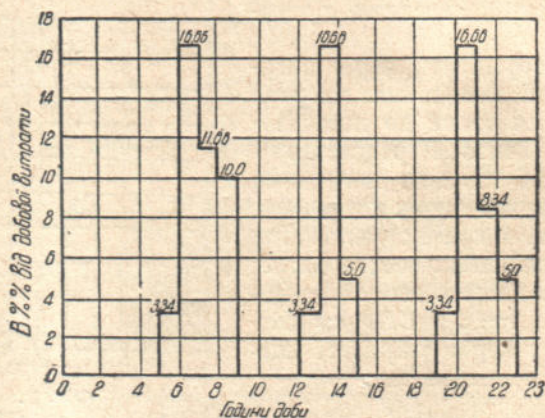
Таблиця 15

Добовий	: 1,1—1,3
Коефіцієнти годинної нерівномірності при стійловому утриманні без застосування автоматичних напувалок (орієнтовно):	
а) для молочних господарств	: 5,0—6,0
б) для м'ясних господарств	: 7,0—7,5
в) для телят	: 6,0—7,0

г) для свиней	4,0—5,0
д) для племінних коней	4,0—4,5
е) для робочих коней	4,0
є) для овець	5,5—6,0
ж) для птиці	4,0
з) для кролів	2,0—2,5

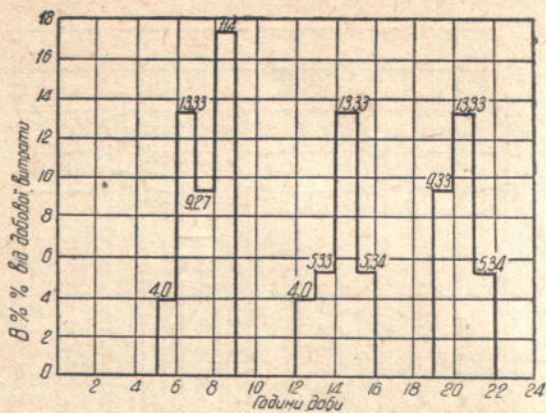


Фіг. 3. Коливання годинних витрат води в молочних радгоспах

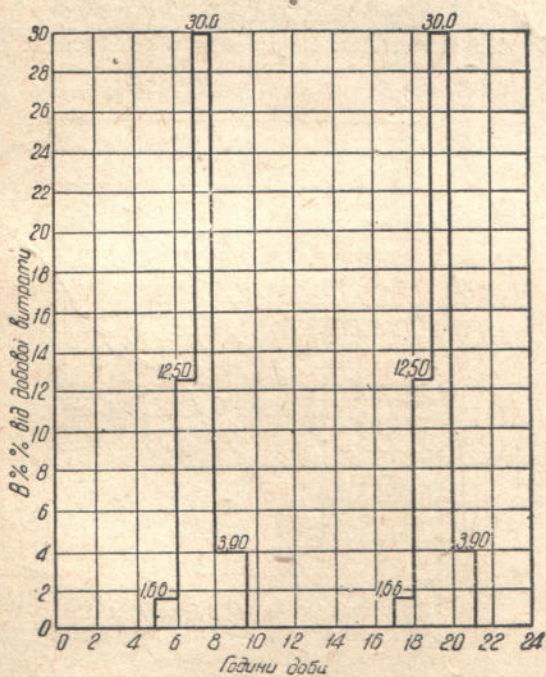


Фіг. 4. Коливання годинних витрат води в конярських радгоспах

Як вже зазначалося попередю, графіки годинних коливань витрат води можна давати лише орієнтовно і треба уточнювати їх при складанні проекту відповідно до порядку проходження виробничих процесів у даному радгоспі або колгоспі; при цьому за основу складання

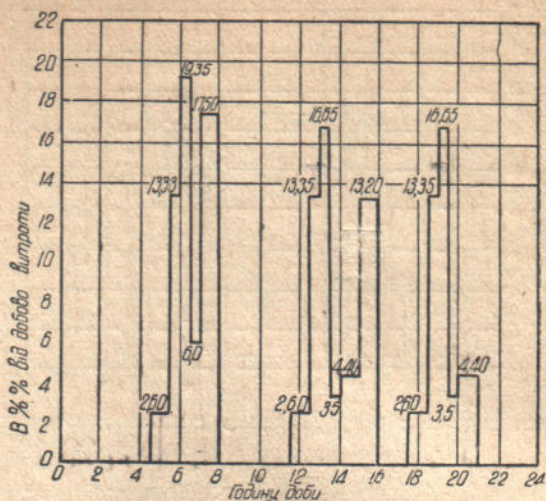


Фіг. 5. Коливання годинних витрат води в племінних конярьських радгоспах

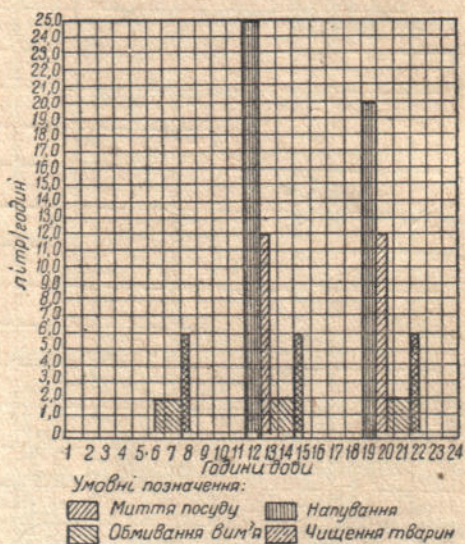


Фіг. 6. Коливання годинних витрат води на одну молочну корову

Графіка годинних витрат треба брати оперативні норми для окремих виробничих процесів.

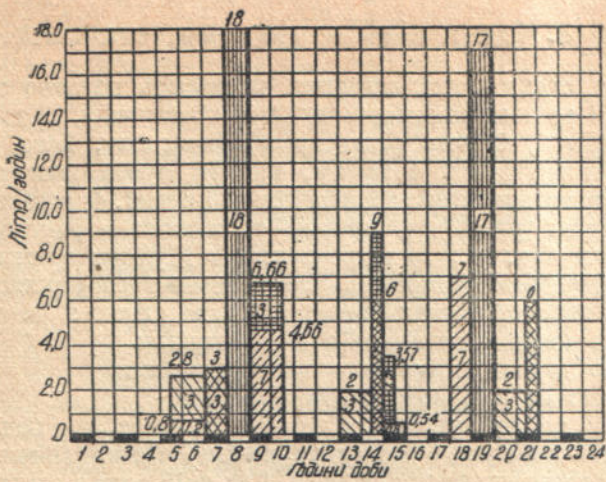


Фіг. 7. Коливання годинних витрат води в свинарських господарствах



Фіг. 8. Графік годинних витрат води на одну молочну корову при пасовищному утриманні

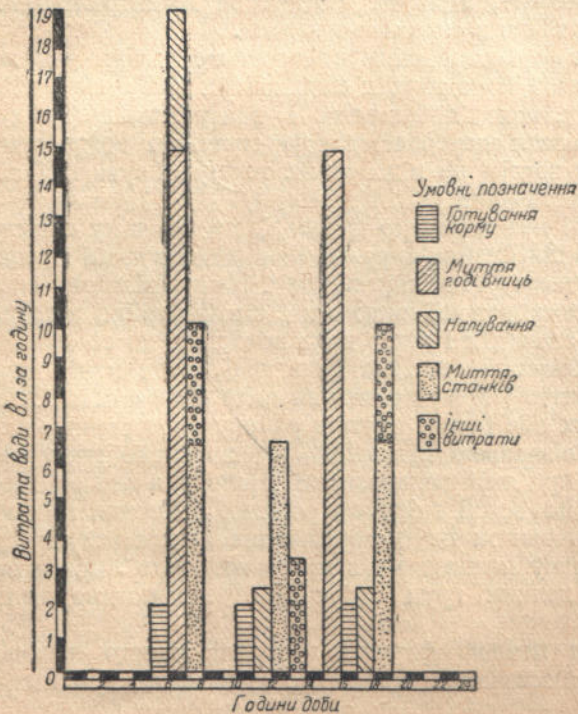
Як орієнтовні, тут подаються графіки годинних коливань витрат води у виробничому секторі різних радгоспів—молочних, конярських, і свинарських (фіг. фіг. 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10).



Умовні позначення:

- Готування корму
- Напування
- Обмивання виць
- Чищення тварин
- Миття посуду
- Прибирання приміщень

Фіг. 9. Графік годинних витрат води на одну молочну корову при стійловому утриманні



Фіг. 10. Графік годинних витрат води на одну свиноматку при стійловому утриманні

§ 3. Схеми сільського водопостачання

На вибір схеми водопостачання впливають головню такі дані: 1) характер і розташування джерела водопостачання, 2) топографічні умови місцевості, 3) тип радгоспу або колгоспу, його виробнича структура, планування, елементи, що їм треба постачати воду, розміщення водоспоживачів територіальне і в часі, 4) розміщення села відносно інших радгоспів, колгоспів, машинно-тракторних станцій, залізниці і т. ін., 5) техно-економічні умови транспорту, наявність будівельних матеріалів, енергетичне господарство і т. ін.

Сільське водопостачання проектується за одною з таких схем:

- 1) схемою централізованого водопостачання;
- 2) схемою децентралізованого водопостачання;
- 3) мішаною схемою водопостачання.

Останніми роками усталилося трохи невдале, на нашу думку, формулювання наведеного попереду поділу. Централізованим водопостачанням називають таку систему, при якій вода з одного джерела подається для групи точок споживання за загальним графіком витрати води в них, при чому вода до кожної точки може доставлятися як по трубах або канавах, так і в автоцистернах та бочках. Децентралізованим водопостачанням називають таку систему, при якій кожна точка споживання сільськогосподарського підприємства живиться водою з окремого джерела. При мішаній схемі водопостачання одна частина споживачів постачається за централізованою схемою з одного джерела, а друга частина за децентралізованою схемою, тобто кожна точка з окремого джерела.

За таким формулюванням найпростіше розбирання води бочками з річки і розвіз її по точках споживання при цілковитій відсутності водозабірних, водопідіймальних і водорозподільних споруд треба було б називати централізованою системою водопостачання. Таке трактування зовсім не відображає технічної суті тієї або іншої системи водопостачання.

Ми надалі називатимемо централізованою таку систему, при якій розбирання, підіймання і розподіл води пов'язані в одну загальну, спільно працюючу технічну систему. Централізовану систему ми називатимемо досконалою, якщо в ній є всі потрібні з погляду санітарної техніки елементи і якщо вода подається до споживача. Недосконалою централізована система буде тоді, коли в ній немає тих або інших елементів і коли подавання води обмежується лише підведенням її до тих або інших центрів району споживання.

Децентралізованою відповідно називатимемо таку систему водопостачання, при якій водопостачаючі споруди для окремої точки споживання не пов'язані спільною роботою з іншими водопостачаючими спорудами. Коли ж це формулювання стосується до групи точок, то таку систему називатимемо мішаною, тобто мішана система водопостачання деяких груп точок матиме характер централізованої системи.

Найбільш повною формою централізованого водопостачання є групове водопостачання, коли не тільки один, а й кілька сільсько-

господарських комплексів пов'язані загальною системою спільно працюючих водопровідних споруд.

Слід також розрізнити водопостачання селищне і польове. Якщо перше (селищне) в міру розвитку механізації сільськогосподарських процесів і електрифікації села дедалі все більше розвивається за схемою централізованого водопостачання, то друге (польове), звичайно з економічних міркувань, доцільніше влаштувати за децентралізованою або мішаною схемами. Разом з тим децентралізоване польове водопостачання, як про це буде сказано далі, здебільшого доцільно механізувати і відмовитися від старої форми підіймання води за допомогою мускульної сили людини або тварин.

Характером і розміщенням джерела водопостачання обумовлюються:

- а) типи водозабірних споруд;
- б) потреба очищати воду тим або іншим способом;
- в) потреба влаштування насосної станції і тип її;
- г) типи водоводів (самопливних, напірних), резервуарів і т. ін.

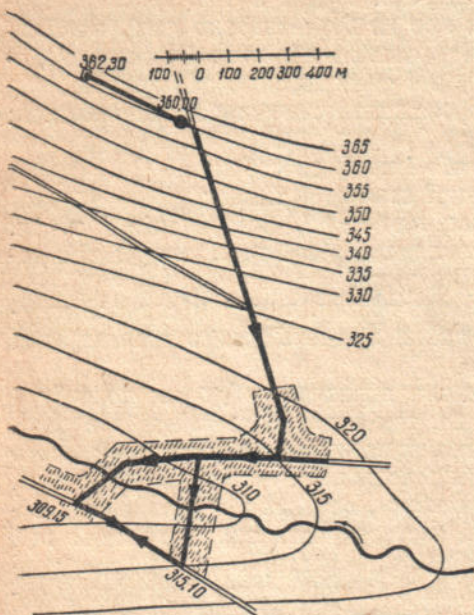
У відповідних розділах ми розглянемо різні типи споруд для добування води стосовно до сільських умов.

Вибір як самого джерела водопостачання, так і місця розташування водозабору має бути пов'язаний з типом даного господарства і з його економічною потужністю.

Характер джерела водопостачання визначає собою як потребу і спосіб очищення або обробки води, так і спосіб доставки її в село. Як сказано у розділі про очищення води, підземні води здебільшого можна зовсім не очищати, а інколи доводиться видаляти з них залізо, пом'якшувати їх і т. ін. При річковому, озерному і ставковому водопостачанні доводиться звичайно застосовувати той або інший вид механічного очищення води (устійники, фільтри) з подальшим незаражуванням її (хлоруванням і т. ін.). Очевидно, що з кількох можливих джерел водопостачання слід віддати перевагу тому, яке найбільш задовільно з санітарно-гігієнічного і економічного поглядів розв'язує питання про водопостачання в цілому, враховуючи при цьому вартість водозабірних, водоочисних і водопідіймальних споруд та вартість транспортування води. Як найпростішу ілюстрацію, наводимо такий приклад: припустімо, є радгосп, для якого можна постачати воду або з близько розташованої річки, або з джерела, що знаходиться на значній віддалі від місця споживання. Дебіт джерела, наприклад, іноді недостатній для живлення радгоспу, через що треба будувати магазинаж, тобто резервуар значної ємності для забезпечення в будь-який час достатнього подавання води. Те місце, де виходить джерело, розташоване на такій відмітці, що воду можна з достатнім природним напором підвести в радгосп і подати в різні точки споживання. Припустімо, що джерельну воду зовсім не треба очищати, а для річкової треба будувати устійники, фільтри і хлораторні установки. Припускаємо, наприклад, що при відповідному очищенні річкова вода в достатній мірі задовольнятиме санітарно-гігієнічні вимоги.

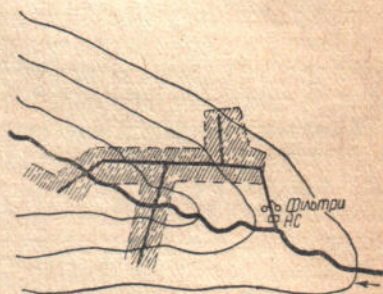
При виборі джерела водопостачання треба керуватися економічними міркуваннями, тобто порівняти вартість каптажу джерела,

резервуару для магазинажу води та водоводу від каптажних споруд до радгоспу з вартістю водоприймача, очисних споруд і насосної станції. Але розміри потрібних капіталовкладень не дають повної характеристики. Треба визначити також експлуатаційні річні витрати і амортизаційні витрати на капіталовкладення, що припадають на рік. Маючи всі ці дані, можна визначити вартість 1 м³ води. На фіг. 11 подана схема живлення радгоспу з високорозташованого джерела,



Фіг. 11.

а на фіг. 12 — схема річкового водопостачання. В першому випадку різниця відміток джерела і пункту живлення є набагато більшою за допустимий робочий тиск у трубах. Отже, щоб не збільшувати товщини стінок і т. ін., на лінії водоводу доведеться збудувати розвантажні колодязі, що мають «ламати» великий тиск і «розван-



Фіг. 12.

тажувати» від нього труби. Для цього ж можна ставити і редуційні клапани. При джерелах з великим дебітом, що набагато перевищує потрібну для радгоспу кількість води, іноді недоцільно «ламати» великі тиски, а краще використовувати їх для силових установок (наприклад, гідроелектричних), розташованих на шляху води. При річковому водопостачанні, на нашу думку, бажано було б під час вибору місця для радгоспу і планування його зважати на дане джерело водопостачання, тобто розміщати радгосп ближче до того місця, з якого можна брати воду, ближче до головного русла, а не до старого (якщо таке є) і т. ін. При цьому звичайно треба виконувати санітарні правила, тобто робити так, щоб місце водозабору було вище села, в незабрудненій зоні і т. ін.

У сільських умовах, на нашу думку, бажано було б встановлювати насоси першого і другого підйому в одній будівлі. Ще краще уникати двох підйомів і робити напірні очисні установки (напірні швидкі фільтри і т. ін.). При річковому водопостачанні в деяких випадках (залежно від якості води) можна обмежитися неповним ланцюгом

очисних споруд (див. розділ про очищення води), але останньою ланкою тоді має бути знезаражування води (звичайно хлорування). Рекомендоване при цьому в деяких книгах кип'ятіння хоч і робить воду стерильною, але разом з тим є дуже дорогим і непрактичним; найпрактичнішим способом знезаражування є хлорування води на стаціонарних, пересувних і переносних установках.

При добуванні підземних вод безумовно слід намагатися механізувати водопідіймання. Не кажучи вже про стаціонарні установки селищного типу, механізацію треба запроваджувати і в польове водопостачання. Останнім часом механізація підіймання води завойовує все більше і більше прибічників серед працівників радгоспів. Іноді фізично неможливо використати повністю дебіт колодязя за допомогою найпростіших знарядь (коловоротів, журавлів), через що доводиться будувати додаткові водозабірні споруди (див. інж. В. Г. Ільїн «Механізація подачі води в свиносовхозах», журнал «Водоснабжение и санитарная техника», 1936 р., № 11). Тільки в найменших установках, при дуже невеликих кількостях підійманої води, і коефіцієнті використання насосної установки 0,2 може бути економічно вигідним ручне підіймання води. Ширше може бути використаний кінний привод (див. розділ «Водопідіймальні споруди в радгоспах і колгоспах»). Взагалі ж з запровадженням суцільної колективізації і широкого будівництва радгоспів колодязі питної води індивідуального призначення і користування мають бути замінені колодязями громадського користування (індивідуальні колодязі мусять залишитися для господарських потреб). Колодязі громадського користування треба розміщувати точно за планом як у селищах, так і в полі, і вони повинні мати відповідне технічне устаткування, що задовольняло б всі вимоги санітарної техніки.

При наявності електроенергії найкращими двигунами для підіймання води будуть електромотори, з'єднані з відцентровими насосами на одній осі пружною муфтою. Вони являють собою дуже компактну насосну установку, яка займає мало місця і проста в експлуатації. З'єднання буває також дуже простим і тоді, коли воно здійснюється за допомогою пасової передачі. Якщо вода підіймається з колодязів штанговими поршневыми насосами, то передавальним механізмом служить лебідкова передача (див. «Водопідіймальні споруди в радгоспах і колгоспах»). Одною з найпридатніших є насосна лебідка типу Американська № 2, що має добру характеристику і виготовляється в СРСР. Видатність такої лебідки становить від 6 до 10 м³ за годину і звичайно буває достатньою для радгоспних і колгоспних насосних станцій. З двигунів внутрішнього згорання найвигіднішими на найближчий період є нафтові двигуни: нафта коштує разом з доставкою в 8—10 разів дешевше, ніж гас і бензин. Ось чому газові і бензинові двигуни внутрішнього згорання, наприклад, тракторні, бажано використовувати як резервні або лише тоді, коли немає нафтових двигунів. Дуже доцільно в сприятливих умовах використовувати вітряні двигуни.

Найбільш задовільні результати у сільському водопостачанні дають двигуни типу ЦВЕІ Д-5 і ЦАГІ Д-8. Двигуни ЦВЕІ не треба

весь час доглядати і вони зручні для польових центрів та садібних ферм. Потрібно на той випадок, як не буде вітру, мати запасний резервуар або запасний двигун.

Доставляти воду до радгоспу (колгоспу) і підводити в межах його до окремих пунктів споживання треба по трубах. Бажано зовсім уникати або принаймні звести до мінімуму доставку води гужовим способом—у бочках, автоцистернах і т. ін. для селищного водопостачання. Якщо господарство так територіально розміщене, що підведення води по дуже довгих трубах набагато здорожчило б вартість всього водопроводу, то слід переходити на децентралізовану схему водопостачання, звичайно, коли для цього є сприятливе територіальне розміщення джерел, тобто, наприклад, переходити на водопостачання з колодязів, розміщених в різних районах населеного місця. Ми вже казали попереду, що в сільських умовах часто не можна повністю здійснити централізоване водопостачання і доводиться обмежуватися недосконалим видом його (неповним), наприклад, будувати по районах водорозбірні вуличні крани, водорозбірні будки (ці будки невідгідні в експлуатаційному відношенні), встановлювати по районах споруди для напування худоби і т. ін. Бажано, безумовно, підводити воду безпосередньо до споживачів (в свинарники, коровники і т. ін.), влаштовуючи при цьому внутрішню розводку. За підрахунками інж. В. Г. Ільїна («Механізація подачі води в свиносовхозах») при влаштуванні внутрішньої розводки системи Сладкова щорічна економія порівняно з витратами при розносі води відрама становить близько 600 крб. (вартість устаткування одного свинарника внутрішньою розводкою системи Сладкова становить щось 1800 крб. за цінами 1936 року). За американськими даними, приріст порослят при використанні автонапувалок збільшується на 14%. Удій корів при автонапувалках підвищується приблизно на 1 л за добу. Водопровідну сітку (див. розділ «Водопровідна сітка») треба прокладати так, щоб вода доставлялася по можливості якнайкоротшим шляхом і щоб загальна довжина труб була якнайменша. Планування радгоспів або колгоспів, розміщення об'єктів споживання води обумовлюють собою і напрям сітки. У відповідному розділі при описанні водопровідної сітки наведені плани розміщення різних радгоспів і колгоспів з нанесенням їх водопровідної сітки. Рельєф місцевості обумовлює розміщення і вид зрівняльних резервуарів (водонапірних башт, водонапірних резервуарів). При проектуванні обов'язково треба передбачити у зрівняльних резервуарах пожежний запас і встановити ту чи іншу систему гасіння пожег (див. «Водонапірні башти і резервуари»). На нашу думку, не варто влаштовувати запасні стави на випадок пожеги, бо всі стави, якщо вони не призначаються для задоволення питних потреб, звичайно бувають незадовільними з санітарного погляду. Будучи розташовані безпосередньо в межах населеного пункту або поблизу нього, вони можуть стати вогнищами поширення малярії (як захід боротьби в таких випадках слід застосовувати нафтування ставу).

Правильно влаштовані і експлуатовані стави для задоволення господарсько-питних потреб є цілком припустимою спорудою, ін-

коли справді єдиною можливою через відсутність інших джерел водопостачання.

Коли в одному і тому ж районі є кілька радгоспів, колгоспів, машинно-тракторних станцій і т. ін., то може постати питання про влаштування групового водопостачання. При такому водопостачанні з найбільшою централізацією водопровідних споруд можна інколи збільшити витрати на розкривання глибших, потужних і кращих водоносних горизонтів, або (при річковому водопостачанні) влаштувати повний цикл очисних споруд з дорожчим устаткуванням. При такій централізації експлуатація може здійснюватись більш кваліфікованим персоналом, утримувати який не спромігся б невеликий радгосп або колгосп. Найбільшим груповим водопроводом є апулійський водопровід в Італії (Aquedotto Pugliese), що служить для водопостачання і меліорації Апулійського півострова; на цьому півострові через відсутність води широко використовувалися цистерни, в які збирали дощову воду, і були вироблені голодні норми для сільського водопостачання.

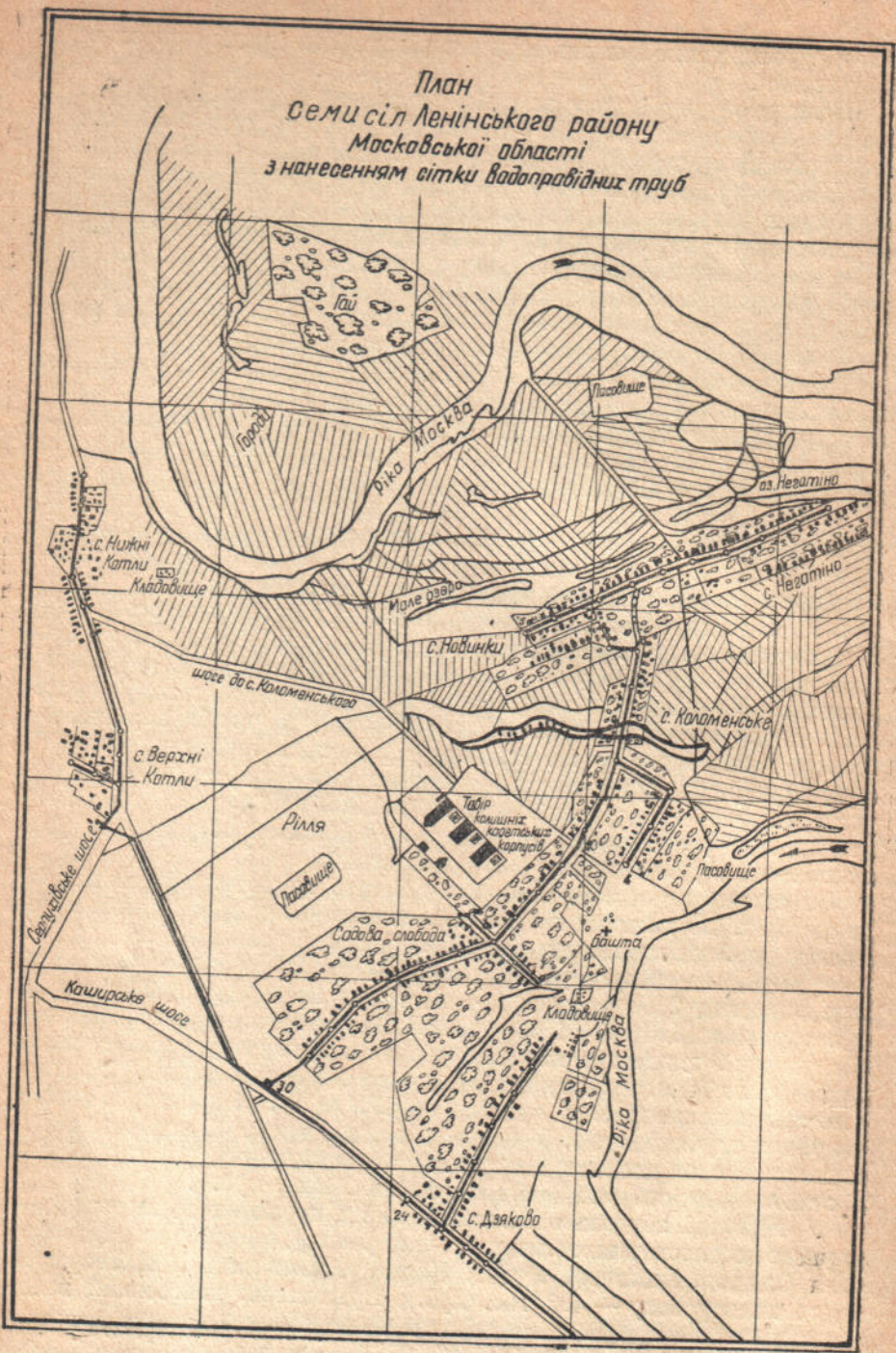
В зв'язку з розвитком у нас сільського гідроелектробудівництва, а також місцевих електростанцій, в зв'язку з реконструкцією сільського господарства питання групового водопостачання сільських населених місць набувають актуального значення. На фіг. 13 показаний зразок групового водопостачання семи сіл Ленінського району Московської області. Можливим джерелом водопостачання, за першим варіантом, був московський міський водопровід, за другим варіантом — артезіанська свердловина в селі Коломенському, доведена до другого артезіанського горизонту, і за третім варіантом — Москва-ріка. Через те що Москва-ріка дуже забруднена, останній (третій) варіант був визнаний непридатним. Вартість початкового устаткування і експлуатації буде найменшою при варіанті групового водопроводу резервуарної системи з артезіанської свердловини (для всіх семи сіл); варіант цей і був ухвалений.

За останні роки збудовано дуже багато групових сільських водопроводів. До великих групових водопроводів слід зачислити водопровід у Звенигирському районі Марійської області, збудований 1935/36 р., що обслуговує 5 колгоспів Помарської сільради з населенням понад 2000 чоловік і 4 колгоспи Кушкенерської сільради з населенням близько 1500 чоловік. Перша черга водопроводу, що обслуговує 9 колгоспів, має такі споруди: артезіанську свердловину завглибшки 74 м, насосну станцію, 4 водонапірних башти, 2 цегляних запасних резервуари ємністю по 135 м³ і 15,5 км дерев'яних і чавунних трубопроводів. У колгоспах встановлено 16 водорозбірних колонок. Повна довжина водопровідних магістралей досягає 37 км, а сумарна вартість всіх робіт становить 2 млн. крб.¹

У Вірменії збудовано кілька великих групових водопроводів — групове водопостачання Аштаракського району, що охоплює колгоспні села Ошакан, Аштарак, Мусні, Карпі, Оганав'ян і Уші (вартість цього водопроводу — 452 тис. крб.); Артикський колгоспний водо-

¹ Індк. Г. І. Голубев, «Групповое водоснабжение Звенигорского района Марийской области», журнал «Санитарная техника» № 5, 1935 р.

План
 семи сіл Ленінського району
 Московської області
 з нанесенням сітки водопрвідних труб



Фіг. 13.

провід, що живиться водою з джерел Агаш-Гюль і Дамікор і постачає її 18 селам, які раніш мали велику недостачу питної води, водопостачання 45 сіл Камарлінського району і т. ін.

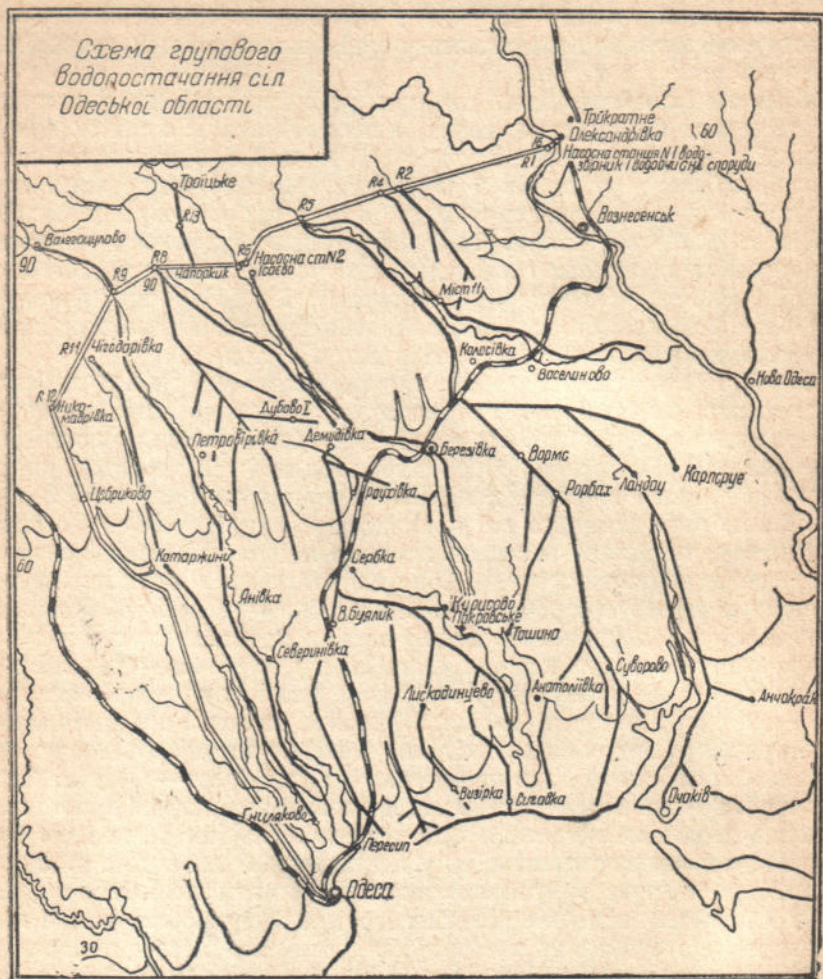
В Західно-Сибірському краю запроєктовано водопостачання десятків радгоспів і колгоспів з Іртиша по 120-кілометровому водопроводу, прокладеному від Омська до Ісик-куль вздовж залізниці¹. Колгоспники прекрасно розуміють всю важливість водопостачання і часто самі активно допомагають у будівельних роботах, добровільно збирають кошти і т. ін.

Слід також відзначити, що при реконструкції водопостачання багатьох міст Союзу, прокладанні нових водоводів, а також при будівництві нових водопроводів у міській водопровід включається надзвичайно багато радгоспів і колгоспів. Чимало колгоспних водопроводів будують в таких районах, які в дореволюційний час були зовсім глухими окраїнами. Так, наприклад, збудовані водопроводи в татарських колгоспах Мамадшиського району, в горах Дагестана, Осетії і Кабардино-Балкарії, в Удмуртії, Комі-Пермьцькій окрузі, Марійській області і Башкирії, в Заполяр'ї—у рибальському колгоспі «Вперед» на узбережжі Баренцова моря і т. ін.

На фіг. 14 подана цікава схема, опрацьована М. В. Белелюбським і запропонована проф. В. Ф. Івановим на другому Всесоюзному санітарно-технічному з'їзді. На схемі наведене групове водопостачання сіл Одеської області, що, як відомо, терплять від недостачі джерел водопостачання і в багатьох місцях влаштовують цистерни. З водоприймача, розташованого на р. Південний Буг біля села Олександрівки, вода подається насосами першого підйому на очисні споруди; пройшовши через ці споруди, вона далі подається насосами другого підйому в резервуар, розміщений на високому березі р. Південний Буг. Далі самопливним водоводом вода підводиться до с. Ісаєва, де встановлюється третя насосна станція, що подає воду під напором на віддалі 15 км в резервуар. Загальна довжина головної самопливної і напірної магістралі 160 км. Крім них, на схемі є 9 другорядних магістралей (самопливних), які, за схемою, постачають воду всім селам, містам і заводам до приморської смуги Одеса—Очаків. Схема має ще й другий варіант, за яким по головній магістралі провадиться також і додаткове живлення Одеси водою. Пізніше та ж ідея була покладена в основу схеми варіанту постачання Одеси води з р. Дніпра і живлення по дорозі ряду населених місць; остання схема була опрацьована Одеським відділом Державного інституту проектування міст. Очевидно, що будівництво таких дуже довгих водопроводів пов'язане з величезними капіталовкладеннями. Навіть коли буде вдало визначена черговість будівництва, то й тоді прокладання таких водопроводів натрапляє на ряд економічних труднощів. Якщо мова йде про розвиток групових водопроводів, то під цим ми розуміємо споруди, які обслуговують кілька сіл, територіально так розміщених, що можна легко, без зайвих витрат об'єднати їх в один загальний водопостачуваний комплекс. При груповому водопостачанні постає питання про

¹ Инж. В. Ф. Кожінов, «Водоснабжение колхозов и радхозов», журнал «Слесарь-водопроводчик» № 12, 1936 р.

вибір напрямку головного напірного водопроводу, від якого далі відходять лінії, що підводять воду до складових елементів групи. Запасним об'ємом води може бути водонапірний резервуар, водонапірна башта, водонапірна колона. Вибираючи центр розподілу, можна скористуватися способом, запропонованим проф. В. Ф. Іва-



Фіг. 14.

новим у його роботі: «Влияние экономических условий на начертание водопроводной и оросительной сети». При цьому способі будується Варіньонів полігон і за сили вважають корені квадратні з відповідних витрат води, а за напрям сил — промені, що з'єднують центр розподілу з елементами групи. Спочатку вибирають якезавгодно положення центра розподілу і з'єднують його з точками 1, 2, 3....

(елементами групи), відкладаючи в цих напрямках \sqrt{Q} , $\sqrt{q_1}$, $\sqrt{q_2}$, $\sqrt{q_3}$ і т. ін., де $Q = q_1 + q_2 + q_3 \dots + q_n$.

Якщо точка вибрана правильно, то багатокутник сил, збудований для $n + 1$ сил, буде замкнений; в противному разі напрям і величина рівнодіючої покаже, куди і наскільки треба пересунути центр розподілу; для цієї точки буде створений новий багатокутник і т. д., доки рівнодіюча перетвориться в нуль або стане дуже малою. На фіг. 15 наведений план побудови для знаходження центра розподілу групи сил до згаданої попереду схеми бугського водопроводу.

Слід зауважити, що груповий водопровід в деяких випадках можна водночас з успіхом використовувати і для зрошування городів, садів і т. ін., особливо в тих місцевостях, що терплять від посухи.

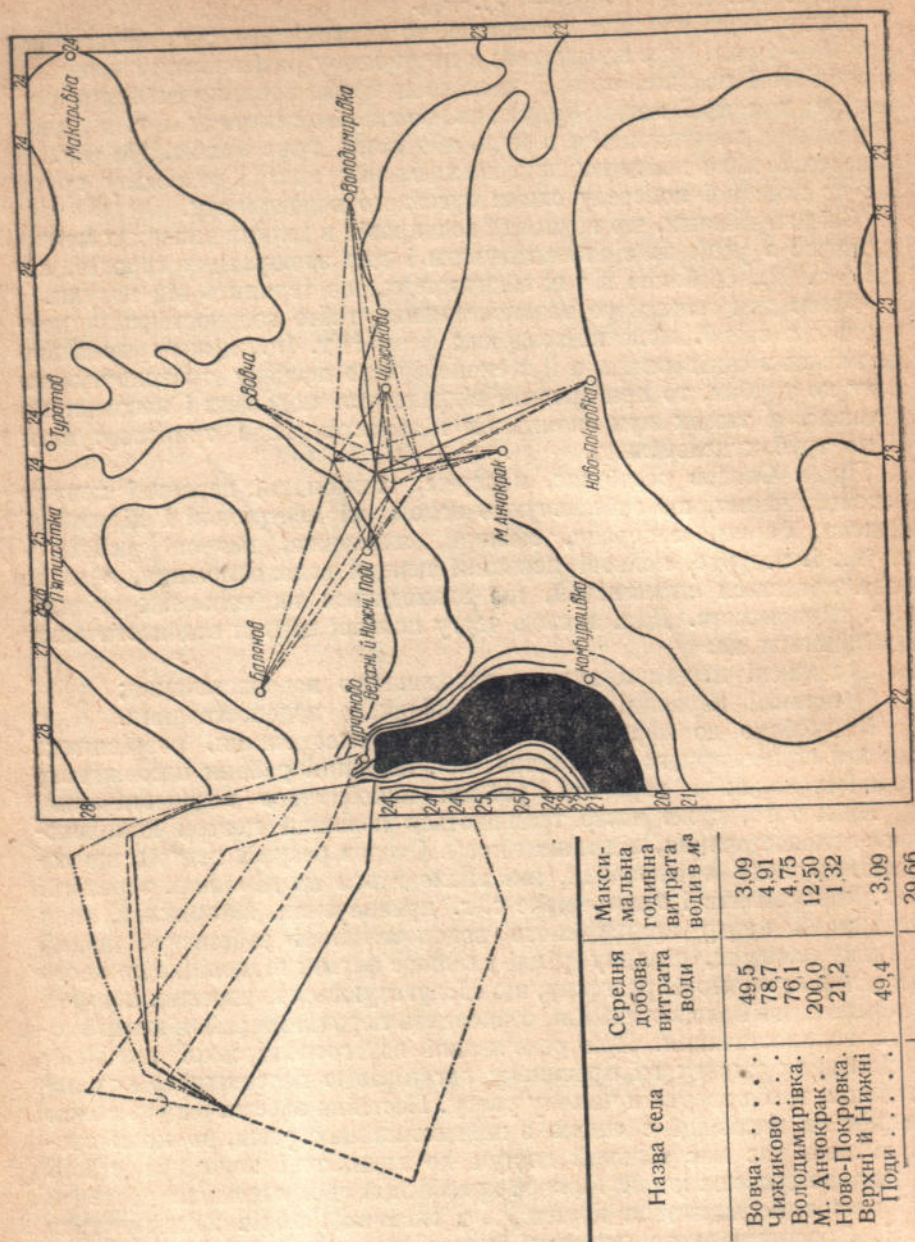
Якщо для селищного водопостачання, тобто водопостачання центральних садів, молочно-товарних ферм і т. ін., цілком доцільно не тільки з санітарного, а й з економічного погляду транспортувати воду по трубах, то при значній віддаленості польових і пасовищних ділянок, а також при невеликих кількостях води транспортувати її по трубах недоцільно.

Проф. Оводов розрізняє, поперше, стаціонарні первинні центри водопостачання, що забезпечують водою всі центральні і ділянкові селища, ферми, загороди, кошари, зимовища, польові роботи і т. ін., і, подруге, польові первинні центри водопостачання, з яких вода подається споживачам, що знаходяться на польових в'їздах с.-г. підприємств. Далі в свою чергу польові центри водопостачання поділяються на:

- а) польові первинні центри пасовищного водопостачання;
- б) польові первинні центри виробничого водопостачання.

Відповідно до первинних центрів водопостачання, розрізняють райони стаціонарного водопостачання, первинні райони пасовищного водопостачання і первинні райони виробничого водопостачання.

Крім того, дуже часто трапляються первинні центри комплексного водопостачання, під якими проф. Оводов розуміє центри, що постачають воду споживачам, які знаходяться на ділянках території с.-г. підприємств і мають різне с.-г. призначення. Наприклад, один первинний центр комплексного водопостачання забезпечує водою ділянку пасовищ, ділянку ріллі і селище ферми; відповідно до цього всі ділянки території радгоспу, що обслуговуються первинним центром комплексного водопостачання, становлять первинний район комплексного водопостачання. При розв'язанні водогосподарської проблеми в сільських умовах на правильну організацію пасовищного водопостачання треба звертати чималу увагу. Постійна забезпеченість водою тварин на пасовищі є одною з найважливіших умов, бо коли тварина весь час має вільний доступ до води, тоді вона краще їсть і повніше засвоює корм. Молода худоба при цьому швидше росте і в неї краще розвивається корпус, а в молочних корів збільшуються удої. З зоотехнічного погляду було б надзвичайно добре, коли б гурт худоби, що пересувається по пасовищу, був би так забезпечений водою, щоб кожна тварина могла напитись, як тільки вона цього схоче.



Фіг. 15. Група з 6 сіл на Північний схід від Березанського лиману.

Як правило, водопій має бути в центрі пасовищної ділянки. Джерела, а також і водопійні споруди, мусять бути так розміщені, щоб до них недалеко було гнати стадо. За американськими даними, віддаль до водопою на більш-менш рівному степу не повинна бути більшою як 3,5—5 км.

При визначенні необхідної кількості джерел на пасовищних і польових ділянках треба виходити з потреби на воду в період найбільшої витрати її на даній площі. В умовах великих тваринницьких господарств, коли водою користуються безпосередньо з джерел добування її, слід пам'ятати, що худобу треба напувати тричі на добу — ранком, у полудень і ввечері; отже, при користуванні одним джерелом худоба під час пасіння мусить робити два круги. Велика рогата худоба при середньому степовому травостойі проходить за день 10—12 км, а при поганому — 15—16 км. Через це водопій на ділянці мають бути в такому місці, щоб віддаль від них до периферії пасовищної площі (радіус водопою) не була більша як 2—3 км. Як виняток, ця віддаль для великої рогатої худоби і для коней може становити 4—5 км. Виходить, що один водопій від другого в середньому має бути розташований не далі як за 4—6 км. Спостереженнями, проведеними в скотарських господарствах США, встановлено, що пасовища використовуються цілком задовільно, коли віддаль між водопоями не більша як 5 км. При попередньому визначенні сітки першочергових вододжерел можна виходити з таких орієнтовних даних:

Таблиця 16

Тип споруди	Радіус площі обслуговування в км	Площа обслуговування споруд (в середньому) в га
Шахтовий колодязь	1,5—2,0	1 000
Свердловий колодязь	3,0—4,0	3 000—4 000
Водосховище—став	4,0—5,0	5 000—8 000

При обчисленні площі обводнення природними вододжерелами (річки, озера) можна виходити з радіуса 4—5 км.

Залежно від виду худоби можна визначати такі норми для радіуса водопою;

для коней	4—5 км
для великої рогатої худоби	3—4 км
для дійних корів	2,0—2,5 км
для корів з телятами	1,0—1,5 км
для овець	4,0 км
для свиней гульових	1,0—2,0 км
для свиней підсисних	0,5 км

У нерівній місцевості з дуже мінливим рельєфом ці норми треба зменшувати на 30—40%.

Водопій слід розміщати в місцях, до яких худобі зручно було б підходити (не можна розміщати їх у ярах, на косогорах і т. ін.) і

які не затоплюються водою. Не слід розташовувати водопої на ското-прогінних або загального користування шляхах. Треба стежити також, щоб води, які стікають з пасовища, не забруднювали водопої.

Якщо джерела пасовищного водопостачання розміщені одне від одного на віддалі, набагато більшій за подвійний радіус водопою, то споруди для напування худоби треба встановлювати не тільки біля вододжерела, а й в інших точках; це дасть змогу в таких випадках створити задовільне районування пасовищного водопостачання.

Питання про транспортування води до таких вторинних центрів пасовищного водопостачання треба розв'язувати на підставі техніко-економічного аналізу, порівнюючи вартість транспортування води по трубах з вартістю перевезення її бочками.

Очевидно, в більшості випадків транспортування води трубами є більш економічним. Якщо головна база розміщення худоби знаходиться недалеко від водопроводу, то найлегше підвести воду до пасовища по трубах, прокладених на землі.

Коли вода доставляється бочками, то до них ззаду прикріплюють корита, які й пересуваються разом з бочками.

При виборі джерел водопостачання для пасовищ треба попередку обслуговувати їх, визначити їх дебіт, якість води і т. ін. Як уже було сказано у розділі про споживання води, слід при цьому зважати на розмір гуртів худоби. Відведені гурту пасовищні ділянки поділяються на 8—12 кліток; площа кожної клітки має бути такою, щоб гурт худоби міг пастися на ній розгорнутим фронтом. Кожна клітка має бути так розміщена, щоб худоба могла підходити до водопою, не витолочуючи при цьому сусідніх кліток. Для гурту, що складається з 100 голів, розмір кожної клітки у лісовій зоні може становити від 10 до 20 га, у лісостеповій зоні — від 15 до 30 га, у степовій — від 25 до 50 га і в напівстеповій зоні — від 40 до 80 га¹.

Як вже казали попередку, розрізняють первинні центри пасовищного і виробничого водопостачання. З первинних центрів виробничого водопостачання вода подається людям, машинам і робочим тваринам під час роботи їх у полі.

Витрата води людьми і тваринами у постійних польових таборах враховується окремо. Польові табори, як відомо, бувають пересувні і постійні. Пересувні табори являють собою вагончики, курені або намети. З санітарного погляду пересувні табори гірші за постійні. Пересувні польові табори були досить поширені в перший період колективізації.

Останнім часом пересувні табори поступово замінюються постійними таборами. Польові табори треба влаштовувати для всіх колгоспних бригад, поле яких знаходиться далі як за 2 км від села. У примірному статуті сільськогосподарської артілі, затвердженому ЦК ВКП(б) і Раднаркомом СРСР 17 лютого 1935 р., зазначено, що правління і всі члени артілі зобов'язуються «будувати світлі і чисті табори в полі».

Місце для табору вибирають не далі як за 1,5—2 км від оброблюваних полів; ось чому джерело водопостачання для польового табору

¹ Проф. Оводов, «Проектирование рациональных систем водоснабжения».

і водопостачаючі споруди можуть обслуговувати найближчі польові бригади. У польовому постійному таборі можуть бути такі житлово-побутові будівлі, до яких треба подавати воду: а) гуртожитки (окремо для чоловіків і жінок), перед якими встановлюються умивальники; б) їдальні-кухні; в) дитячі ясла; г) бані з пральнею або душі; д) червоної куток; е) медичний пункт.

Витрати води на наведені попереду об'єкти треба визначати за нормами, наведеними у розділі «Споживання води в радгоспах, колгоспах і МТС». Крім того, в постійному польовому таборі може бути ще ряд виробничих будівель — конюшня, машинний сарай, пожежний пункт, молотильний пункт, кузня і т. ін.

Зрозуміло, що водопостачаючі споруди постійного польового табору повинні мати просту будову і мусять легко експлуатуватися, забезпечуючи разом з цим добру якість води. Дуже бажано було б використовувати доброякісну підземну воду — ґрунтову або артезіанську, а також джерельну. Коли такої води немає, то користуються річковою водою, якщо вона є недалеко, або роблять поблизу табору загату в одній з найближчих балок.

Коли вода джерела такої якості, що її треба очистити і знешкодити, то в польових умовах це дуже зручно робити пересувними установками спрощеного типу, а саме — пересувними фільтрами, переносними хлораторами і т. ін. (див. розділ про очищення води). Зрозуміло, що наведені попереду міркування стосуються також і до пересувних таборів, для яких пересувні водопровідні установки є ще більш доцільними. Так, при забиранні води з колодязів все водопідймальне і розподільне устаткування бажано робити пересувним, розбірним.

Визначаючи центри польового водопостачання, треба знати, скільки потрібно води на 1 га за операційний період і за добу. В додатках наприкінці книги наведені середні норми витрати води на 1 га відповідно до різних культур. За максимальною добовою витратою визначаються розміри і видатність водопостачаючих споруд у первинному центрі водопостачання. За середньою річною витратою визначаються найвигідніші розміри первинних районів виробничого водопостачання.

З первинного центра водопостачання вода розвозиться бочками по якнайкоротшому шляху. На нашу думку, віддаль такого транспортування не повинна бути більшою як 2 км.

При постачанні води тракторам, що в механізованому хліборобському господарстві являють собою одного з найголовніших споживачів води на полях, характерною є нерухомість джерела водопостачання і безперервне переміщення споживача — трактора. Забирання води трактором пристосовують звичайно до деяких, так званих ліній обслуговування, що збігаються з внутрішньогосподарськими шляхами с.-г. підприємства. При виборі пунктів живлення тракторів, до яких має своєчасно доставлятися вода, треба знати схему руху тракторів (який застосовується спосіб роботи — загінний чи фігурний і т. ін.).

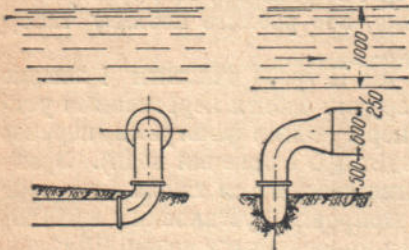
Як відомо, загінний спосіб є поширеніший (на сівбі і оранці фігурний спосіб заборонений). При загінному способі трактор зручно живити водою на кінцях загону.

ЗАБИРАННЯ ВОДИ З ВІДКРИТИХ ВОДОЙМ

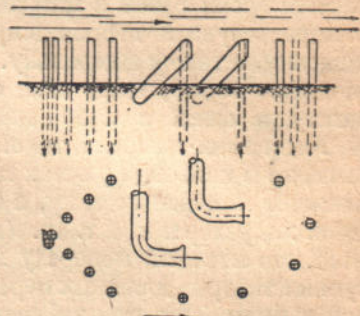
§ 4. Забирання води з річок

У сільському водопостачанні споруди для забирання води з відкритих водойм — річок, озер і штучних водосховищ, — повинні мати якнайпростішу будову, бути дешеві, прості в експлуатації, по можливості не вимагати ніякого нагляду і догляду і разом з тим цілком задовольняти санітарні вимоги.

Водоприймачі на річках слід встановлювати біля угнутого берега або на прямій ділянці на головному руслі річки; крім того, бажано, щоб вони виносилися на глибші місця, ближче до стрижня річки.



Фіг. 16.



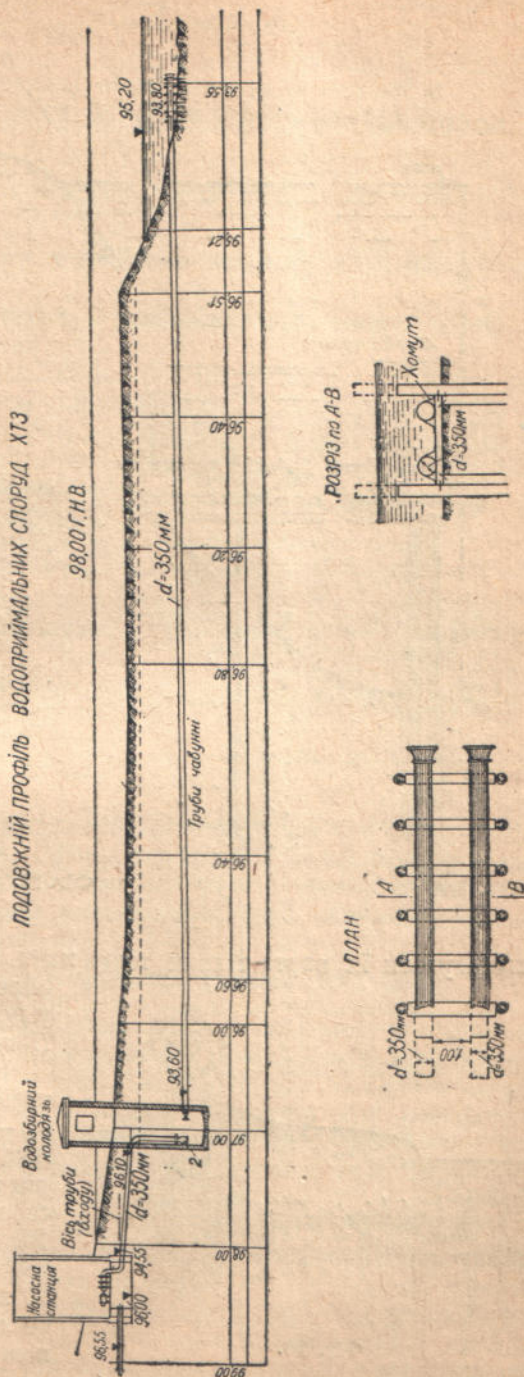
Фіг. 17.

Забирати воду треба в незабруднених місцях, розташованих вище населеного пункту. При проектуванні річкових водоприймачів слід мати відомості про горизонти води у річці, про швидкість течії при різних горизонтах, про умови льодоплаву і льодоставу, про характер берегів і русла річки. Найпростішою спорудою, яку можна зробити при глибоких річках, є самопливна лінія, укладена по дну річки або на палях (фіг. 16, 17 і 18). Ця лінія закінчується вертикальною або скісною трубою (стояком), висота якої від дна становить 0,5—1,5 м. На кінці труби є лійка з вхідним отвором, обернутим за течією річки. Вода повинна входити в трубу з швидкістю в 1,5 рази меншою за швидкість течії в річці. Якщо течія незначна, то швидкість для тої води, яка входить у лійку, можна визначати 0,5 м/сек. Приймальних сіток на кінці труби ставити не треба, бо вони легко засмічуються і обмерзають.

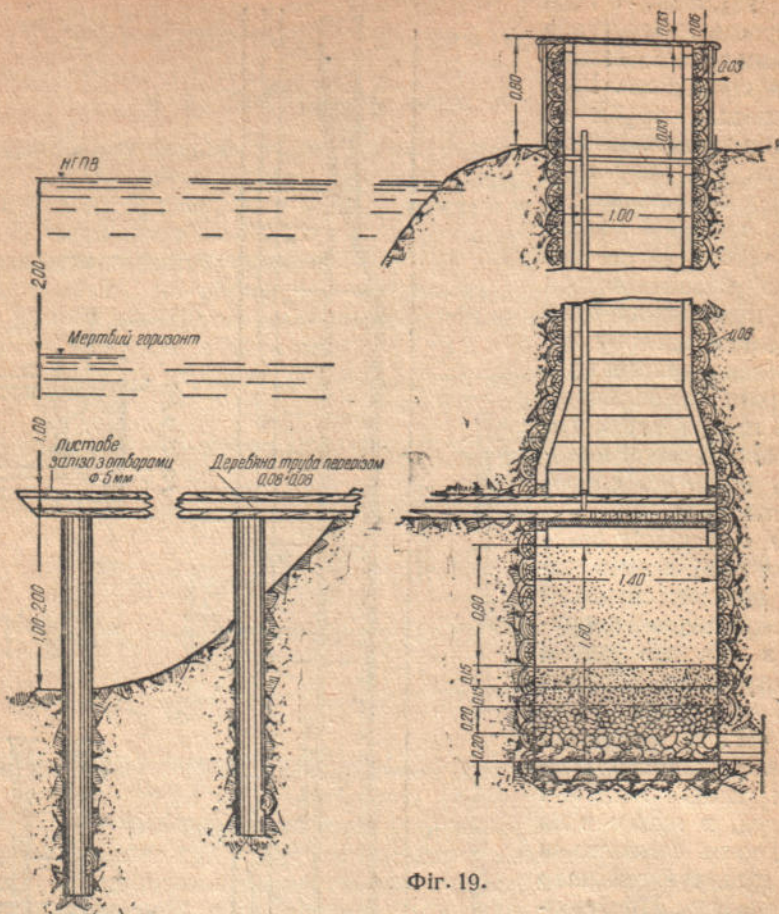
Щоб об труби не вдарилися плаваючі предмети (при незначних глибинах), а також щоб їх не зруйнував лід (при низьких горизонтах льодоплаву і льодоставу), кінці їх захищають дерев'яним, кам'яним або бетонним обгородженням. Найпростішою і разом з тим цілком надійною спорудою є пальове обгородження навколо приймального кінця, що складається з кущів паль (фіг. 17), або рублені ящики, наповнені камінням. Самопливні труби розраховують приблизно на швидкість близько 1,0 м/сек. Закінчуються труби в береговому

колодязі, з якого вода забирається тими або іншими водопідіймальними спорудами. Щоб самопливні труби не засмічувалися, їх треба час від часу промивати зворотною течією напірної води, для чого берегові колодязі влаштовуються так, щоб можна було підводити напірну воду. Крім того, для промивання самопливних труб можна наповнити водою береговий колодязь і швидко спорожнити його.

У сільському водопостачанні досить часто використовуються водоприймальні споруди з тим або іншим фільтруючим шаром для очищення води. На фіг. 19 наведений один з відносно кращих типів подібних споруд, в якому вода надходить самопливом на фільтруючий шар в колодязь. Пройшовши фільтр, вода надходить далі в другий колодязь, з якого її забирають водопідіймальні споруди. На фіг. 20 наведений другий тип водоприймальної споруди, що має таке саме призначення. Цей тип гірший за попередній, бо в ньому дуже важко міняти фільтруючий шар. У розділі про очищення води ми наводимо критику подібних споруд.



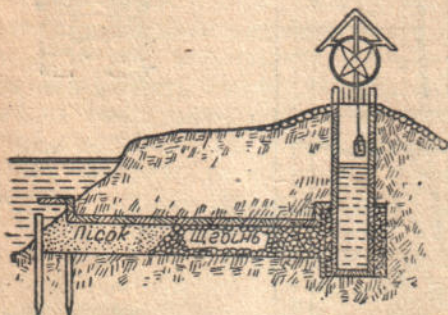
Фіг. 18.



Фиг. 19.

Застосовувати їх варто тільки тоді, коли вода подається протягом короткого часу (наприклад, у польових таборах) або коли її витрачається небагато.

Швидкість фільтрації не треба визначати більшу як 0,1—0,3 м за годину. Наприклад, для колгоспу на 100 дворів з загальною кількістю населення 500 чоловік, що має 100 корів і 100 коней, середня добова витрата води при нормі 50 л за день на 1 людину і 60 л на 1 голову худоби становитиме:



Фиг. 20.

$$\frac{50 \times 500 + 60 \times 200}{1000} = 37 \text{ м}^3,$$

а максимальна добова витрата води — $1,4 \times 37 = 51,8 \text{ м}^3$.

При швидкості фільтрації $0,3 \text{ м/год}$ потрібна фільтруюча поверхня становитиме:

$$\frac{51,8}{24 \times 0,3} = 7,2 \text{ м}^2.$$

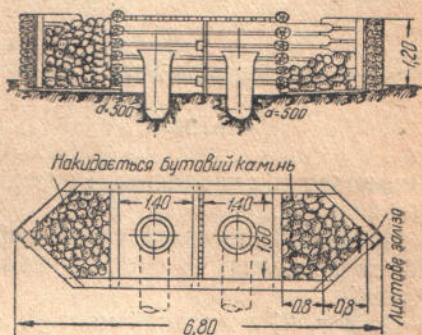
Отже, в даному випадку фільтруюча поверхня може мати розмір $2,7 \times 2,7 \text{ м}$.

Важливим дефектом таких водоприймальних споруд є те, що фільтруючий матеріал в них дуже важко чистити або міняти. Коли ж фільтруючий пісок засмітиться, він перестає пропускати воду.

На фіг. 21 наведена проста і зручна конструкція рубленого водоприймача (ілюстрація ця взята з журналу «Санитарная техника» за 1936 р., № 12, стаття проф. Малішевського «Выбор рациональных типов водоприемников из открытых водоемов»).

Крайні клітки заповнені камінням, а в середніх містяться кінці самопливних труб. Вода надходить всередину зрубу через щілини між пластинами.

Камінням зруб не обкладають, бо всередині він має шар каміння і через це досить стійкий. Значна площа надходження води через щілини, отже, і малі швидкості (порядку $0,1 \text{ м}$), з якими вода входить у щілини, не дають кінцям самопливних труб обмерзати шугою.



Фіг. 21.

§ 5. Каптажно-інфільтраційний водозбір

Якщо річка тече в алювіальних або дилувіальних піщаних чи гравелистих відкладах, то значні кількості річкової води можна одержати способом фільтрації її через донні і берегові піски. На певній віддалі від річки інфільтрована вода в достатній мірі очищається і набуває всіх властивостей ґрунтової води. Каптаж такої води має значні санітарні переваги порівняно з забиранням води безпосередньо з річки.

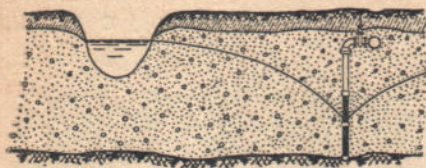
Дійсно, через піщане дно і береги вода добре фільтрується і її можна тоді вживати для пиття. Звичайно до такого рішення доходять лише після того, як будуть проведені спостереження, результати яких свідчитимуть про задовільну якість води. Від річки до водозабірних споруд утворюється потік води по депресійній кривій, характер якої залежить від будови водоносного шару і від інтенсив-

ності забирання води. Як водозабірні інфільтраційні споруди використовуються шахтові колодязі, дренажні лінії, трубчасті і інші колодязі.

Крім наведених попереду переваг, каптована таким чином вода має аналогічно до звичайної ґрунтової води більш сталу температуру, ніж річкова, і краща на смак.

Тип водозабірних споруд у таких випадках залежить від місцевих умов.

Якщо водонепроникний підстилаючий шар лежить на невеликій глибині, то здебільшого влаштовують той або інший вид горизонтальних дренажів. Якщо ж водонепроникний шар лежить на глибині 10 м і більше, то роблять шахтові і трубчасті колодязі.



Фіг. 22.

Частинки мулу, що відкладаються на дні, не проходять глибоко в пори ґрунту і легко змиваються під час весняної повені, коли швидкість руху води в річці збільшується.

На фіг. 22 поданий спосіб забирання води за допомогою трубчастого колодязя; на рисунку видно криву депресії від річки до колодязя.

На фіг. 23 показаний каптаж за допомогою кількох горизонтальних водозборів.

І в першому, і в другому випадку вода стікає в збірні самопливні (або сифонні) трубопроводи і потім надходить у збирний колодязь.

Збирний колодязь не треба розміщати симетрично до лінії каптажу, а слід ставити нижче по течії річки, як це показано на рисунках.

При влаштуванні інфільтраційного каптажу дуже важливе значення має правильне визначення віддалей від лінії каптажу до річки; чим більший буває пісок, тим віддалі ці мають бути більші.

Коли водозабір встановлюється на значній віддалі від річки, тоді зменшуються температурні коливання. Віддаль від річки до колодязів може становити приміром від 100 до 50 м.

Чим більше бруду несе з собою річкова вода, тим більшою має бути віддаль до каптажу. Взагалі ж цілком зрозуміло, що чим довший шлях інфільтрації, тим більша може бути гарантія щодо якості води.

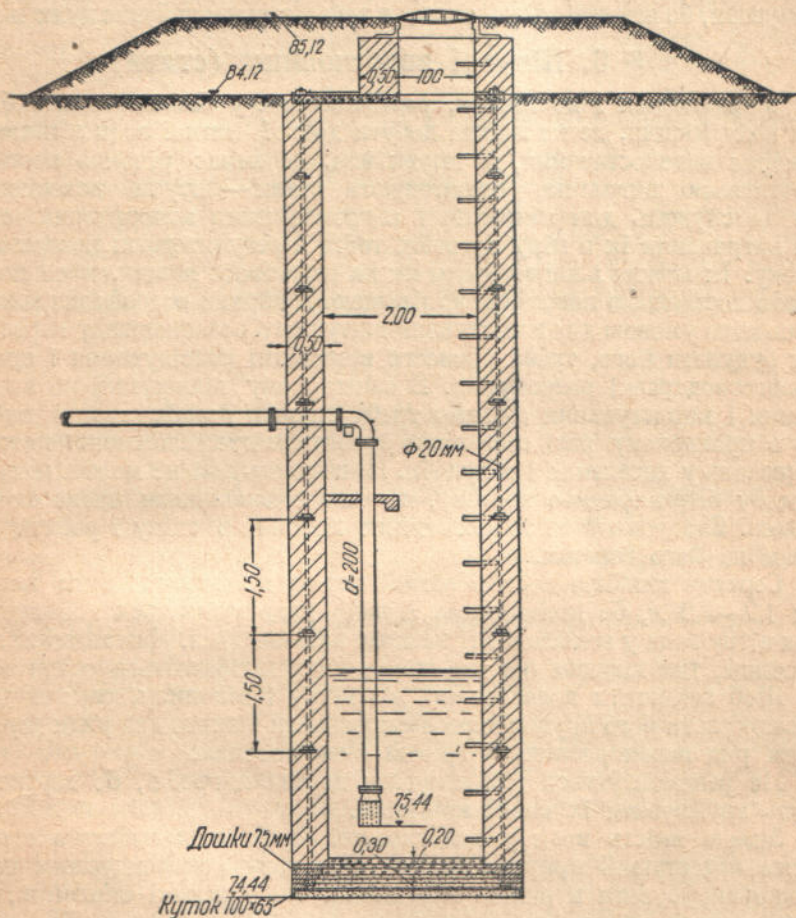
Видатність таких каптажних споруд треба визначати заздалегідь, для чого слід робити кілька пробних викачувань при різних зниженнях рівня води. При цьому на визначеній від берега віддалі роблять кілька трубчастих колодязів, між якими має бути 21—25 м. Вика-



Фіг. 23.

чувати воду треба рівномірно доти, доки в колодязі встановиться сталий робочий рівень. Звичайно при пробних викачуваннях треба виміряти температуру води, за якою можна визначити кількість викачуваної річкової води і природної ґрунтової.

При інфільтраційному каптажі шахтовими колодязями, як і при каптажі ґрунтових вод, ці колодязі роблять або з дірчастими або



Фіг. 24.

з суцільними стінками, з відкритим дном і з фільтруючим шаром або з суцільним дном, що залежить від товщини і особливостей водонесного шару.

На фіг. 24 наведений інфільтраційний колодязь, що приймає воду тільки через дно з фільтруючим шаром піску і гальки.

Видатність інфільтраційних колодязів визначається при безперервному викачуванні протягом кількох діб.

Штучна фільтрація через береги річок широко застосовується за кордоном, бо цим способом річкова вода так добре очищається, що її вже не треба обробляти далі. Тільки під час повені звичайно доводиться провадити ще хлорування. Забирання річкової води за допомогою цього способу є дуже зручним для сільського водопостачання; але, на жаль, при дрібних і мулистих берегових пісках, що часто трапляються на наших невеликих річках, його не можна застосовувати, бо видатність колодязів в таких випадках буває дуже низька.

§ 6. Штучні водосховища (стави)

У радгоспах і колгоспах, розташованих у безводних або бідних на воду місцях, де не можна добути доброї питної води з підземних джерел водопостачання, а також там, де немає річок з постійною достатньою витратою, влаштовують стави — штучні водосховища. Стави служать для збирання і нагромадження атмосферних опадів та витрачання їх в міру потреби, тобто є регуляторами поверхневого стоку. Їх можна влаштовувати як на невеликих річках, так і по балках з достатньою водозбирною площею. Достатня водозбирна площа є основною умовою для влаштування штучного водосховища; перед тим, як будувати його, треба провести відповідні розвідування і зробити водогосподарські розрахунки. В санітарному відношенні до влаштування і користування ставами треба ставити якнайсуворіші вимоги, бо в противному разі став може зробитися джерелом кишкових захворювань у населення і в худоби. Ні в якому разі не можна напувати худобу безпосередньо з ставу, що має задовольняти питні потреби людей. Забороняється також мочити коноплі в ставу і робити смітники на його берегах.

Середня глибина води в літній період не повинна бути меншою як 1,2—2,0 м, бо інакше вода сильно нагріватиметься і зіпсується. Від вітру вода у водосховищі починає хвилюватися. Чим мілкіше водосховище, тим швидше під час хвилювання підіймаються осади з дна.

Щоб захистити водосховище від вітру і від пилу, рекомендують обсаджувати його кругом деревами; саджати бажано два ряди дерев, — один ряд високорослих, а другий низькорослих.

Не рекомендується обсаджувати деревами греблі, бо дерева можуть зруйнувати їх своїм корінням.!

Зимому якість води у водосховищі часто стає набагато гіршою через недостатній приплив кисню. Ось чому рекомендується періодично вирубувати в різних місцях на ставу великі ополонки, щоб дати доступ кисню до води.

Коли став влаштовується в такому місці, куди можуть стікати забруднені води, то треба вжити відповідних заходів, а саме — покопати нагірні канали, якими можна було б відводити ці забруднені води. Взагалі ж при виборі місця під став треба виходити з:

- 1) потрібної смності його;
- 2) гідрологічних умов водозбирного басейну і водотоки;
- 3) топографічних умов балки або водотоки;
- 4) гідрогеологічних умов того місця, де влаштовується став і гребля;
- 5) господарсько-санітарних вимог.

Вибираючи місце, на якому влаштовуватиметься гребля, особливу увагу треба звертати на характер берегів (круті вони чи пологі, розмиті, які властивості має ґрунт у розмитих частинах і т. ін.). Греблю слід робити в звуженому місці, бо тоді зменшується її довжина. Проте не можна влаштовувати греблю під кручами (розмитими на велику глибину берегами), що здебільшого трапляються на поворотах і звужених місцях; коли з берегів виходять джерела, то греблю треба розміщати вище або нижче цих місць. Якщо є кілька балок із зручним місцеположенням, то слід уникати тих, які відзначаються надмірними повідневими витратами і сильним льодоплавом, що можуть зруйнувати споруди. Треба по можливості допускати невеликі втрати на фільтрацію. Ось чому треба вибирати для греблі таке місце, де б підстилаючий ґрунт, а також ґрунт дна і берегів забезпечував би мінімальну фільтрацію. Добрими ґрунтами для цього будуть глина, важкі суглинки, нещільністі скелясті породи.

Площа водозбору визначається безпосередніми топографічними зніманнями, рекогносцировочними обслідуваннями або по планах з нанесеними горизонталями. Кількість води, що припливає за той або інший період часу до водосховища, визначається такою формулою:

$$W = \mu wh, \quad (1)$$

де W — об'єм припливаючої води в m^3 ,

μ — коефіцієнт стоку,

w — площа водозбору в m^2 ,

h — висота шару осадів за досліджуваний період часу в m .

Середньорічний стік можна визначити за такою формулою:

$$Q \text{ середньорічний} = M \text{ середньорічний} w \frac{1}{1000} m^3/\text{сек}, \quad (2)$$

де M — середньорічний модуль стоку (див. далі),

w — площа водозбору в km^2 ,

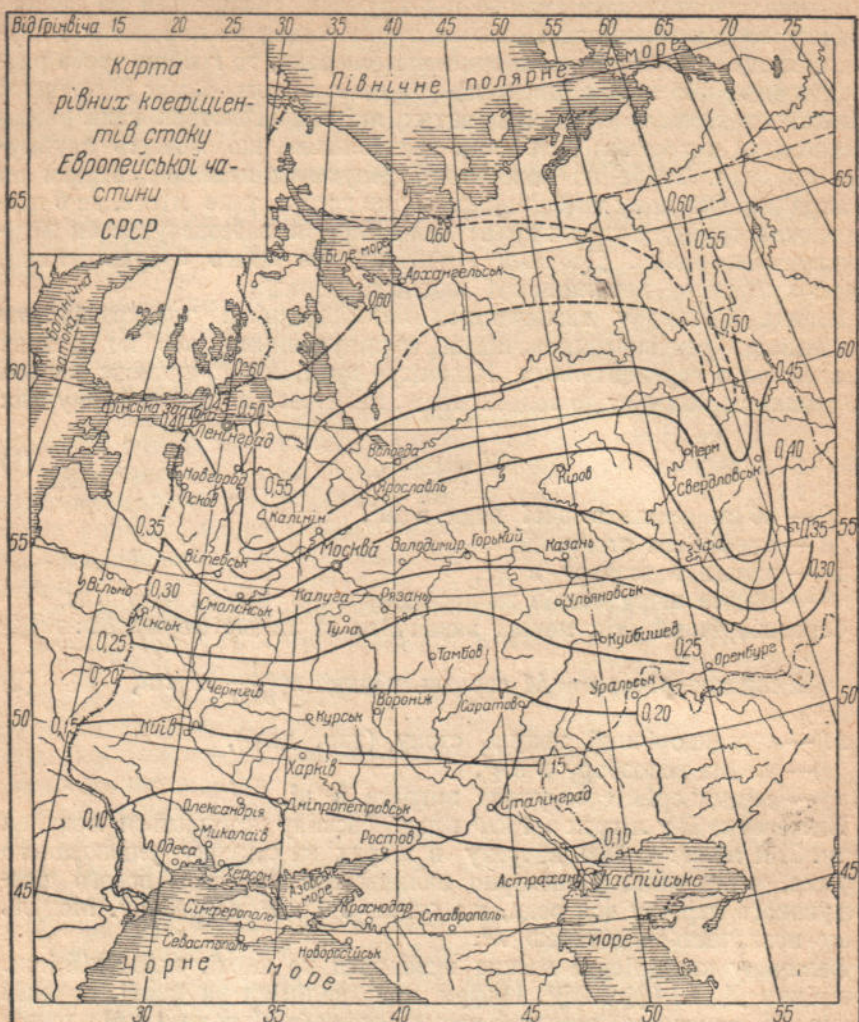
Q — середньорічна секундна витрата в m^3 .

Питомий стік у літрах з $1 km^2$ площі басейну називається модулем стоку. Він являє собою витрату в літрах за секунду уявлюваного струмка, через який рівномірно виливається протягом всього розглядуваного періоду вся вода, що стікає з $1 km^2$ водозбору. Модуль стоку позначається літерою M .

Величину коефіцієнта можна визначити по карті, складеній інж. Кочеріним Д. І. (фіг. 25)¹. Цифри при ізолініях на карті, поданій на фіг. 26, означають середній модуль стоку (в $л/сек$ на $1 km^2$ площі). Річний стік можна визначити за кількістю осадів і коефіцієнтом стоку. Розподіл об'єму стоку за порами року можна орієнтовно визначити так: найбільший стік для середніх і великих водозборів становить від 33 до 66% всього річного стоку, а для невеликих водозборів цей стік за три весняні місяці дорівнює 66—75% річного стоку.

¹ На фіг. 26 наведена карта ізомодулів інж. Кочеріна, перероблена А. М. Романовим.

Відносна величина зимового стоку зростає в міру збільшення площі басейну, а відносна величина весняного стоку зменшується при збільшенні площі басейну.



Фіг. 25.

Об'єм водосховища можна визначити за такою формулою:
1) для балок трикутного профілю (фіг. 27)

$$w = \frac{bhl}{6}, \quad (3)$$



Фиг. 26.

2) для балок параболічного профілю (фіг. 28)

$$w = \frac{2}{9} bhl, \quad (4)$$

де h — найбільша глибина води біля греблі,
 b — найбільша ширина дзеркала біля греблі,
 l — довжина дзеркала водосховища.

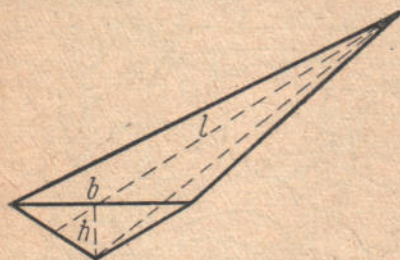
Точніше об'єм водосховища визначається за даними зніманих поперечних або горизонтальних перерізів ставу.

Річний корисний об'єм водосховища визначається за виразом:

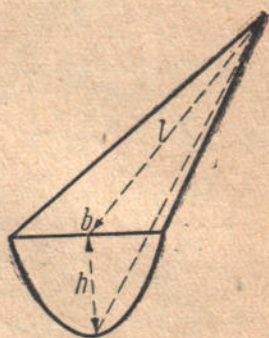
$$W_{\text{корис}} = W_{\text{повн}} - S_n - S_{\phi} - S_a - TS_a - S_m, \quad (5)$$

де $W_{\text{повн}}$ — повна ємність водосховища при будівництві його,

S_n — втрати на випаровування за розрахунковий період в м^3 ,



Фіг. 27.



Фіг. 28.

S_{ϕ} — втрати на фільтрацію за розрахунковий період в м^3 ,

S_a — максимальний об'єм льодового покриву в м^3 ,

T — число років, що минули з моменту будівництва ставу,

S_a — щорічний об'єм замулювання ставу в м^3 ,

S_m — мертвий недоторканий запас.

Окремо величини у зазначеній попереду формулі визначаються так.

Втрати на випаровування. Втрати на випаровування визначаються на підставі багаторічних спостережень, проведених на найближчій метеорологічній станції. Для попередніх розрахунків за формулою інж. Аполлова

$$h = \frac{(t + 15)^2 + 86}{12}, \quad (6)$$

де h — шар води в мм , що випаровується за місяць,

t — середня місячна температура повітря в градусах за С .

За обчисленням h легко визначити втрати на випаровування за певний відрізок часу, користуючись при цьому формулою:

$$S_h = w h_n \text{м}^3, \quad (7)$$

де w — площа водяного дзеркала в наповненому водосховищі в m^2 ,
 h_n — сума втрат на випаровування за розрахунковий період з водяної поверхні, визначена за формулою Аполлова або з гідрометеорологічних даних.

Втрати на фільтрацію. Втрати ці можна визначити за формулою Дарсі:

$$Q = wki, \quad (8)$$

де k — коефіцієнт фільтражу,
 i — гідравлічний похил при фільтрації.

Орієнтовно втрати на фільтрацію можна визначити в процентах від наявного об'єму води у водосховищі, а саме:

- 1) при добрих умовах вони становлять 5—10% за рік або 0,5—1% за місяць;
 - 2) при середніх — 10—20% за рік або 1—1,5% за місяць;
 - 3) при поганих — 20—40% за рік або 1,5—3% за місяць.
- Об'єм льодового покриву. Цей об'єм визначається за формулою:

$$S_s = h_s \cdot w_s, \quad (9)$$

де w_s — площа дзеркала ставу в зимовий час;
 h_s — площа льодового покриву, максимальна за ряд років.

Товщину льодового покриву за Барнесом можна визначити з такого виразу:

$$h_s^2 + 2h_s - 0,56 T \cdot t = 0, \quad (10)$$

де h_s — товщина льоду в см;
 t — час у годинах;
 T — температура повітря нижче нуля в градусах за С.

Далі наведена таблиця для визначення часу в годинах, потрібного на утворення льоду різної товщини.

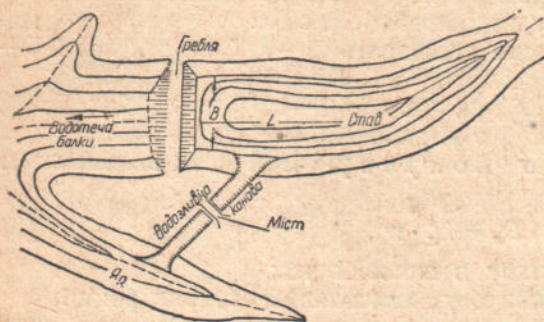
Таблиця 17

h_s в см	2,5	15,2	24,4	30,5	61,0	91,0
T						
— 10	2	48	120	168	696	1 526
— 20	1	23	72	96	336	763
— 30	0,7	16	48	60	228	294

Щорічний об'єм замулення ставу або водосховища S_s визначається за даними гідрометричних спостережень над каламутністю води, яка стікає в басейн, а також за аналогією з іншими ставами, що перебувають в таких самих умовах.

Кількість донних наносів можна визначити за формулою Крейтера (див. відповідні курси гідрології і гідротехніки).

Гребельний вузол (фіг. 29) складається в основному з греблі, яка затримує воду, водоскиду, що спускає зайву воду, і моста через водозлив. Глибина ставу вимірюється перед водяним укосом найвищої частини греблі. Викопана канава, по якій спускається з ставу зайва вода, називається водозливною каналом. Природна западина, що заміняє собою водозливну каналу, називається природним водоскидом. Водоскиди поділяються на 2 види: водозливи і водоспуски. Водозливи служать для того, щоб можна було спустити тільки частину ставу (до певної глибини його), а водоспуски дають змогу спустити всю воду майже до дна і тим самим насухо спорозжити став.



Фіг. 29.

Для потреб сільсько-го водопостачання майже виключно використовуються земляні греблі. Греблі з інших матеріалів будуються тут рідко; інколи влаштовують ще дерев'яні рублені греблі і греблі з кам'яної накиді. Далі наводяться лише елементарні відомості щодо влаштування земляних гребель. Детальний опис їх подається в спеціаль-

них роботах, а також в курсах гідротехніки.

Земляні греблі роблять таких типів: 1) греблі з однорідного матеріалу, 2) греблі з глиняним ядром, 3) греблі з водонепроникним екраном, 4) греблі мішані (з землі і каменю).

Інші види гребель (з діафрагмою з бетону або залізобетону і т. ін.) є комбінацією основного типу греблі з однорідного матеріалу і мають різні пристрої проти фільтрації води.

Добрим ґрунтом для будівництва земляної греблі є суглинок, в якому міститься 50—60% піску. Такий суглинок не розколюється при висиханні, не набрякає, не видимається і добре затримує воду. Можна будувати греблі і з важчих суглинків, в яких вміст глини приміром доходить до 50—60%; щоб у таких випадках не зсувалися укоси, їх треба робити пологими або встановлювати дороге кріплення. Пісний суглинок сильно фільтрує і тому непридатний для гребель. При будівництві гребель не слід використовувати мул, чорнозем і торфовище. У невисоких греблях сухий укис насипу роблять 2 : 1. Похил водяного укосу для суглинкових ґрунтів визначають 3 : 1, а для важчих суглинків з значним вмістом глини — 4 : 1. Якщо в ґрунті є багато дрібного піску (лесовидний суглинок), то укис треба робити дуже пологим — від 5 : 1 до 7 : 1.

Наведені попередні розміри стосуються до неукріплених укосів. При укріпленні кам'яною кладкою або чимось іншим похил 3 : 1 мокрого укосу доводиться до 1,5 : 1, тобто до природного укосу. Кріпиться мокрий укис від бровки до найнижчого горизонту вод

різними способами: бруком, укладеним на шарі соломи, клітками з плоту $1,0 \times 1,0$ м, наповненими камінням, укладеним на мохові або соломі, дерном і т. ін.

Щоб зменшити об'єм земляних робіт при значній висоті греблі, сухий укіс роблять східчастим або з бермами, завширшки $1,5\text{--}2,0$ м (фіг. 30). Потрібно, щоб гребінь греблі був вище горизонту весняних вод на $1,0\text{--}1,5$ м; ширина гребеня не повинна бути меншою як 3 м. Визначити ширину гребеня можна за такою формулою:

$$b = 3 + 0,3(h - 3), \quad (11)$$

де b — ширина гребеня греблі,

h — висота греблі.

Щоб з'єднати греблю з дном і берегами балки, роблять замок із глини. Замок цей влаштовують або тільки у нижній частині греблі (фіг. 31, а) або проводять через усе тіло греблі (глиняне ядро) (фіг. 31, б). Перший тип у нас більше поширений. Глибина замка не повинна бути меншою як $0,75$ м і більшою як $3,0\text{--}3,5$ м. В береги замок врізується на $0,5\text{--}0,75$ м вище горизонту води в ставу. Врізування замка в бе-



Фіг. 30.

на $0,5\text{--}0,75$ м вище горизонту води в ставу. Врізування замка в бе-



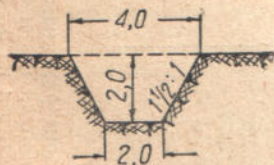
Фіг. 31.

регі провадиться по уступах. Ширина замка по дну (фіг. 32) становить $1,0\text{--}2,0$ м.

Найкращим ґрунтом для замка є глина, в якій піску міститься не більш як $30\text{--}35\%$. В наведеній далі таблиці 18 подані типові розміри гребель з суглинків без укріплення укосів.

Після того, як буде підготовлена основа греблі і канава замка, треба забити замок; для цього його заповнюють рівними шарами глини, завтовшки $0,10\text{--}0,15$ м, які старанно прикочують або утрамбовують.

Тіло греблі також слід насипати шарами $0,15\text{--}0,20$ м завтовшки, ущільнюючи їх котками або якимось іншим відповідним способом. Ущільнювати насип треба дуже старанно, особливо в тих місцях, де гребля з'єднується з берегами.



Фіг. 32.

Типові розміри гребель з суглинків без укріплення укосів

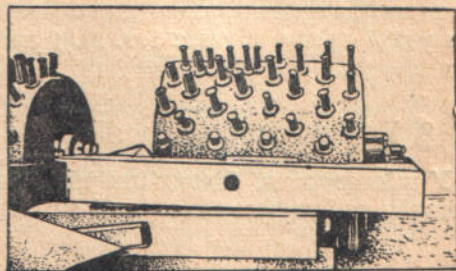
Висота греблі в м	Запас гребеня над г. в. в. (в м)	Заклад сухого укосу	Водяний укіс		Замок			Ширина гребеня (в м)	Примітка
			Заклад	Ширина берми	Глибина (в м)	Ширина по дну (в м)	Заклад укосів		
4,0	Не більш як 1,0	2 : 1	(3 : 1)	—	Не більш як 1,0	1,0—2,0	1 : 1	Ширина гребеня тої греблі, по якій ідуть, не менш як 5 м.	
4,0—6,0	1,25	2 : 1	(3 : 1)	—	1,50	2,0	1 : 1		
6,0—8,0	1,50	2 : 1	(вище берми) (2 : 1) (нижче берми) (3 : 1)	3,0	1,75	2,0	1 : 1		
8,0—10,0	1,75 до 2,00	2 : 1	(2 : 1) (нижче берми) ² (3 : 1) (нижче берми) ³	1 3,0 11 3,0	2,0	2,0—3,0	1 : 1		
			(3 : 1)		Замок по уступках	2,00			

¹ Після водонепроникного шару замок заглибити в водонепроникний ґрунт не менш, як на 0,5 м.

² Берма робиться на висоті горизонту весняних вод.

³ Берма робиться на 3—4 м нижче горизонту весняних вод.

При будівництві великих земляних гребель в США іноді використовують особливий вид котка, зображений на фіг. 33. На поверхні цього котка в шаховому порядку укріплені металічні зуби, що мають форму залізничного кошика. При такій будові вага котка передається на значно меншу площу, ніж при гладкій поверхні котка. Крім того, після обробки таким котком поверхня ґрунту стає нерівна, через що поліпшується зчепність ґрунту, з якого складається тіло греблі. Крім насипного способу, в СРСР останнім часом починає поширюватися гідравлічний спосіб будівництва земляних гребель, так званий наливний спосіб. При ньому матеріал добувається струминою води, яка б'є під великим напором (від 30 до 200 м). При наливному способі тіло греблі виходить набагато щільнішим, ніж у насипних, навіть добре утрамбованих котками греблях. Наливний спосіб є доцільний лише при значних роботах, тобто в умовах сільського водопостачання його варто застосовувати лише при комплексному розв'язанні водогосподарських проблем.



Фіг. 33.

А. Забирання води з штучних водосховищ

Воду слід забирати з глибоких частин водосховища, щоб, поперше, можна було видобувати її і при спаданні рівня в водосховищі, подруге, тому, що в глибокому місці вода чистіша, ніж біля берегів, і, потретє, тому, що в глибокій частині водосховища вода зимою має вищу температуру, ніж у мілкій частині.

Зимовий температурний режим у водосховищі змінюється по вертикалях приблизно за такою таблицею (для умов середньої смуги нашого Союзу):

Таблиця 19

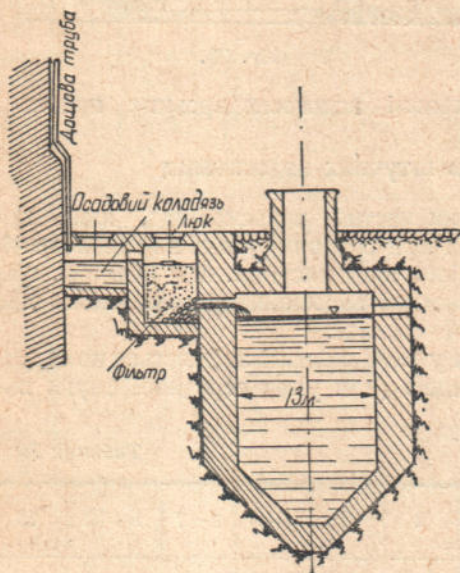
Глибина (в м)	0	1	2	3	4—5	6—7	8—12	13
Температура в градусах Цельсія	—	1	2,7	2,9	3	3,1	3,3	3,4

При напуванні худоби температура води має велике значення; при вищій температурі води тварина витрачає на зігрівання її менше тепла, через що економиться корм і можна запобігти виникненню деяких захворювань. Особливо до цього сприйнятливі молоді тварини. У вагітних самиць після напування дуже холодною водою трапляються викидні. Водоприймачі з штучних водосховищ в умовах

сільського водопостачання нічим важливим не відрізняються від річкових водоприймачів. Так само, як і там, доцільно будувати найпростіші оголовки пального типу. Водоприймачі баштового типу з приймальними вікнами на різній висоті є дуже зручні і широко використовуються. На нашу думку, прості споруди для забирання води з водосховища без оголовка з трубою на шарнірному стикові і з трубою на поплавці не досить задовільні; пояснюється це тим, що в першій споруді може примерзати до льоду трос, протягнутий до лебідки, а також вона має дуже довгу приймальну трубу, яка підтримується в похилому положенні; в результаті цього створюються незадовільні, часом навіть непевні, умови для експлуатації (може вивертитися труба при ударі льоду об трос і т. ін.); аналогічні негативні моменти має і поплавцева споруда.

§ 7. Цистерни для збирання атмосферних опадів

У місцевостях, бідних на підземні і поверхневі джерела водопостачання, будують цистерни і сніжники для збирання атмосферних опадів. Очевидно, більш певним джерелом водопостачання, яке також являє собою акумулятор атмосферних опадів, є штучне водосховище — став.

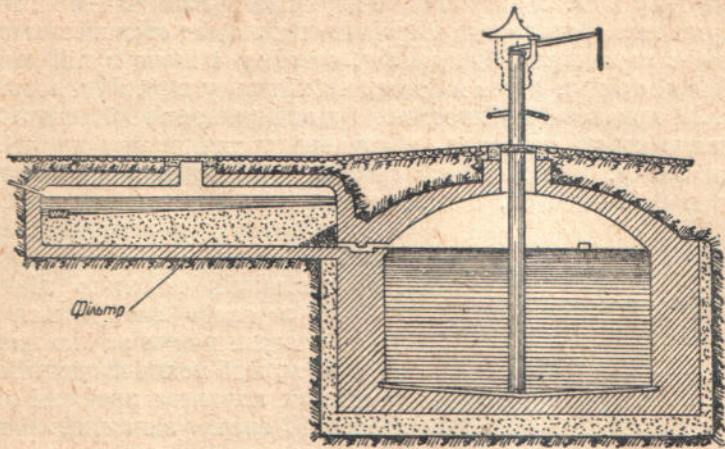


Фіг. 34.

Проте, поперше, місцеві умови не завжди бувають такі, щоб можна було влаштувати став, а, подруге, територіальне розміщення водоспоживачів (наприклад, у польових умовах), іноді вимагає децентралізації джерел водопостачання, щоб уникнути дуже дорогого транспортування води. Цистерни можна поділити на два основні типи (за ознакою водозбору): а) цистерни з штучним водозбором (водозбірні площадки), що використовуються в польових умовах; б) цистерни, для яких водозбором служать дахи будівель (тип селищних цистерн).

Крім того, слід розрізняти за розміщенням фільтрів: а) цистерни з попереднім очищенням, в яких очищення (устоювання і фільтрація або тільки фільтрація) відбувається у відокремленій від власне цистерни споруді і в цистерні зберігається вже очищена вода; б) цистерни з мішаним очищенням, в яких очистка і резервуар-збірник встановлені в одній загальній споруді-цистерні і в яких зберігається частково очищена вода; в) цистерни з подальшим очищенням, в яких

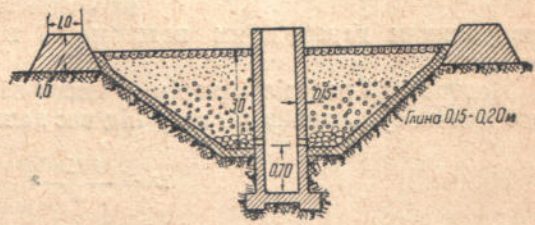
зберігається брудна вода, що очищається через циліндр лише при забиранні її. Перші два типи називають інколи також венетянськими цистернами, а останній тип — американською цистерною. На



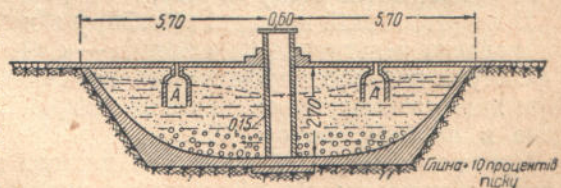
Фіг. 35.

фіг. 34 і 35 наведені цистерни з попереднім очищенням, на фіг. 36 і 37 — із мішаним і на фіг. 38 — з подальшим. З санітарного погляду зрозуміло перший тип є найбільш задовільним.

Найменш задовільним буде тип американської цистерни, поперше, тому, що в ній зберігається брудна вода і, подруге, через недостатню фільтруючу поверхню засипки в сітчастому циліндрі. Водночас слід зауважити, що в американській цистерні вода до фільтрації попереду устоюється, але цей процес, правда, до деякої міри порушується під час забирання води; у цистернах мішаного типу цього попереднього устоювання немає, що сприяє замулюванню фільтра. Отже, лише в цистернах з попереднім очищенням вода може устоюватися перед фільтрацією, лише в них можна мати достатню фільтруючу поверхню і зберігати очищену воду.

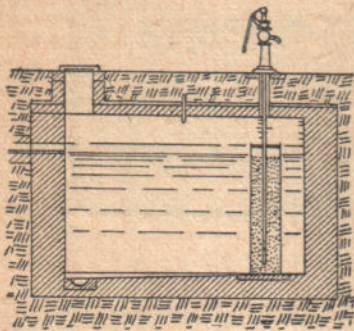


Фіг. 36.



Фіг. 37.

Щоб вода не нагрівалась сонячним промінням, верх цистерни треба вкривати шаром землі, завтовшки близько 1 м. У цистерні з попереднім очищенням (фіг. 34 і 35) ця вимога виконана; у цистерні мішаного типу (фіг. 37) обсіпка не передбачена, тим часом як зробити її тут дуже легко, якщо водозбирна площадка над обсіпкою має водонепроникне перекриття (наприклад, бетонне) і якщо в ній залишені лише зливні отвори, через які вода надходить у склепінні канали А. На фіг. 36 показана найпростіша будова цистерни мішаного типу. Вона являє собою котлован, викопаний у глинястому ґрунті, завглибшки 3,0 м, лійкоподібної форми, з стінками з жирної глини, завтовшки 0,15—0,20 м, обгороджений земляним валом, щоб уникнути забруднення поверхневими водами.



Фіг. 38.

У центрі зроблений бетонний (або цегляний) колодезь діаметром 0,7 м, з якого забирається вода. Дно колодезя нижче за дно цистерни на 0,70 м; щоб могла надходити вода, в стінках колодезя зроблені отвори. Колодезь зверху закритий кришкою. Цистерна заповнена фільтруючим матеріалом—піском, укладеним на шарі гравію (або щебеню), розміри якого збільшуються донизу. Зверху пісок покритий шаром каміння для того, щоб його не видував вітер. На фіг. 37 наведена аналогічна споруда з водонепроникним перекриттям водозбирної площадки і зливними отворами.

Поперечний переріз каналів у цистерні має бути такої величини, щоб можна було приймати воду під час великого дощу, а саме:

$$w = \frac{FKh}{e}, \quad (12)$$

де F — площа живлення цистерни в м^2 ,
 h — висота шару атмосферних опадів під час дощу в м ,
 K — коефіцієнт стоку = 0,20.

В американській цистерні (фіг. 38) у збирному резервуарі-цистерні встановлена фільтрувальна колонка — сітчастий металічний циліндр з фільтруючим внутрішнім шаром, що складається з матеріалу, розміри якого збільшуються до осі циліндра. Всісна труба насоса опущена в циліндр, по осі його.

При влаштуванні фільтрів для цистерн з попереднім очищенням доцільно насипати під фільтруючим шаром піску шари гальки або щебеню, що мають лежати на дренажі. У таких випадках роблять найпростіший дренаж з поставлених на ребро цеглин, перекритих цеглинами, покладеними лежма без розчину. Товщина шару піску становить 1 м. Така споруда краща за показаний на фіг. 35 фільтр з піску, насипаного безпосередньо на дно, бо сприяє кращій і рівномірнішій розподіленій по площі фільтрації. Роблять ці фільтри зде-

більшого для великих цистерн, головню для польових з природними і штучними водозбирними площадками.

Будувати цистерни треба осторонь і на достатній віддалі від можливих джерел забруднення — відходків, помийних ям і т. ін. З санітарних же міркувань, а також для того, щоб уникнути шкідливого впливу на стіни і дно цистерни, найвищий рівень ґрунтових вод має бути нижчий за дно цистерни. Крім того, щоб захистити стіни цистерни від води, яка просочується через ґрунт, рекомендується робити за ними глиняний замок 0,20 м завтовшки.

Добра водонепроникність створюється теж при обштукатурюванні стін зсередини і зовні цементним розчином на церезиті.

Роблять цистерни з того будівельного матеріалу, який є на місці—цегли, каміння (на цементному розчині), бетону і т. ін.

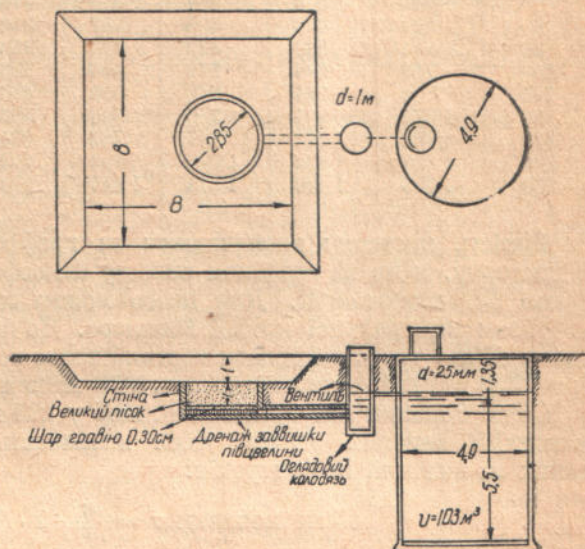
Перекрыття цистерни (кулолоподібне, склепінне або плоске) повинно мати лази з кришками. Водозбирними площадками для цистерни служать або дахи будинків (у селищних умовах), або земляні площадки (в польових умовах). Потрібно, щоб площадка мала похил в один бік. В кінці площадки, біля зниженого краю, робиться копанка квадратна (фіг. 39) або прямокутна в плані з горизонтальним дном і укосами 1:1. На дні цієї копанки, ближче до того боку, що обернений до цистерни, влаштовується фільтр, з якого вода надходить у цистерну або безпосередньо, або через оглядовий колодязь.

Площа фільтра визначається формулою

$$F = \frac{1,05Q}{T \cdot v}, \quad (13)$$

де Q — ємність копанки водозбирної площадки,
 T — час спорожнення копанки (12 годин),
 v — швидкість фільтрації (0,5 м/год).

Розмір водозбирної площадки в м² залежно від середньої річної кількості опадів в мм і кількості води Q м³/сек, що споживається за рік, орієнтовно можна визначити за такою таблицею:



Фиг. 39.

Q м ³ на 1 мм	250	300	350	400	450	500	550	600
15	180	90	82	68	60	54	50	46
30	216	180	164	134	120	108	100	92
45	322	268	246	202	180	162	150	138
50	358	298	255	223	198	178	162	148
60	430	352	306	268	238	214	194	178
70	500	418	357	312	278	250	228	208
80	572	476	420	357	318	286	262	240
90	644	536	470	402	353	322	296	270
100	714	596	510	446	396	386	326	296
125	894	744	638	558	496	446	406	370
150	1 072	894	765	669	594	534	486	444
175	1 250	1 042	894	782	694	624	576	518
200	1 428	1 192	1 020	892	792	712	648	592
250	1 786	1 490	1 275	1 115	990	890	810	740

Ємність цистерни визначається за графіком надходження води в цистерну, тобто за графіком режиму атмосферних опадів, і за графіком водоспоживання. Для цього можна користуватися способом побудови інтегральної кривої Мюллера. До одержаного таким способом об'єму треба ще додати мертвий запас води в цистерні, що його звичайно вважають не меншим, як 0,50 м по висоті.

Об'єм копанки має бути такий, щоб у ній міг вміститися добовий максимум випалих опадів, який визначається з метеорологічних даних за значний період років:

$$\text{об'єм копанки } v = \frac{n}{1000} h \cdot F \text{ м}^3, \quad (14)$$

де h — добовий максимум опадів у мм,

n — коефіцієнт поверхневого стоку (при задернованій поверхні $n = 0,30$),

F — розмір водозбирної площадки в м².

Водозбирні площадки можуть бути природними, наприклад, з щільним дерном на суглинковому ґрунті, або штучними — вкритими глинобетоном, ординарним бруком, пісним бетоном, асфальтом по шару глинобетону і т. ін.

Різновидністю споруд для збирання атмосферних опадів є сніжники — теплоізольовані сховища снігу. При визначенні об'єму сніжника треба мати на увазі, що об'єм пухкого снігу в 10—13 разів, а щільного — в 2—4 рази більший за відповідний об'єм води.

РОЗДІЛ III

ЗАБИРАННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД

§ 8. Види підземних вод

В сільських умовах підземні води є найбільш поширеним джерелом водопостачання, поперше, тому, що вони часто бувають єдиним можливим засобом водопостачання (коли немає або коли віддалена

відкрита водоїма) і, подруге, тому, що підземну воду здебільшого не треба очищати, як води відкритих водоїм.

Підземні води діляться на три групи:

1. Грунтові води безнапірні; водоносний шар в таких випадках не перекритий водонепроникним шаром; при невеликій глибині залягання вони інколи зветься верховодкою.

2. Напірні або артезіанські води, що знаходяться у водоносному шарі, перекритому зверху водонепроникним шаром. Коли при свердлінні доходять до ґрунтової води, то вона залишається на тому місці, де була знайдена, і не підіймається вище; артезіанська ж вода підіймається вище того місця, на якому вона була знайдена під час свердління. Висота її підіймання буває різна; у найсприятливіших умовах вона б'є фонтаном з землі.

3. Напівнапірні води, які займають проміжне положення.

Джерелами називаються ґрунтові або артезіанські води, що виходять на поверхню землі у вигляді відкритих потоків.

Артезіанські води мають звичайно найбільш сталий дебіт, що в деяких випадках буває дуже великим. Через те, що басейн живлення їх віддалений, ці води зовсім не треба очищати, якщо в них немає значної кількості тих або інших розчинених солей, при яких воду слід обробляти спеціальними способами.

Ґрунтові і джерельні води часто бувають також прекрасним засобом водопостачання, що широко використовується на практиці. Але ґрунтові води легко забруднюються помийними ямами, відходками і т. ін., через що в межах населеного пункту вода в ґрунтових колодязях звичайно буває забруднена і непридатна для пиття, а годиться тільки для задоволення господарських потреб.

§ 9. Шахтові колодязі

Шахтові колодязі є головним засобом водопостачання наших селищ і сіл.

Після того, як розвідуванням буде встановлено, що в даному місці можна одержати потрібну кількість доброї води, треба вибрати місце для шахтового колодязя. При цьому слід керуватися такими положеннями:

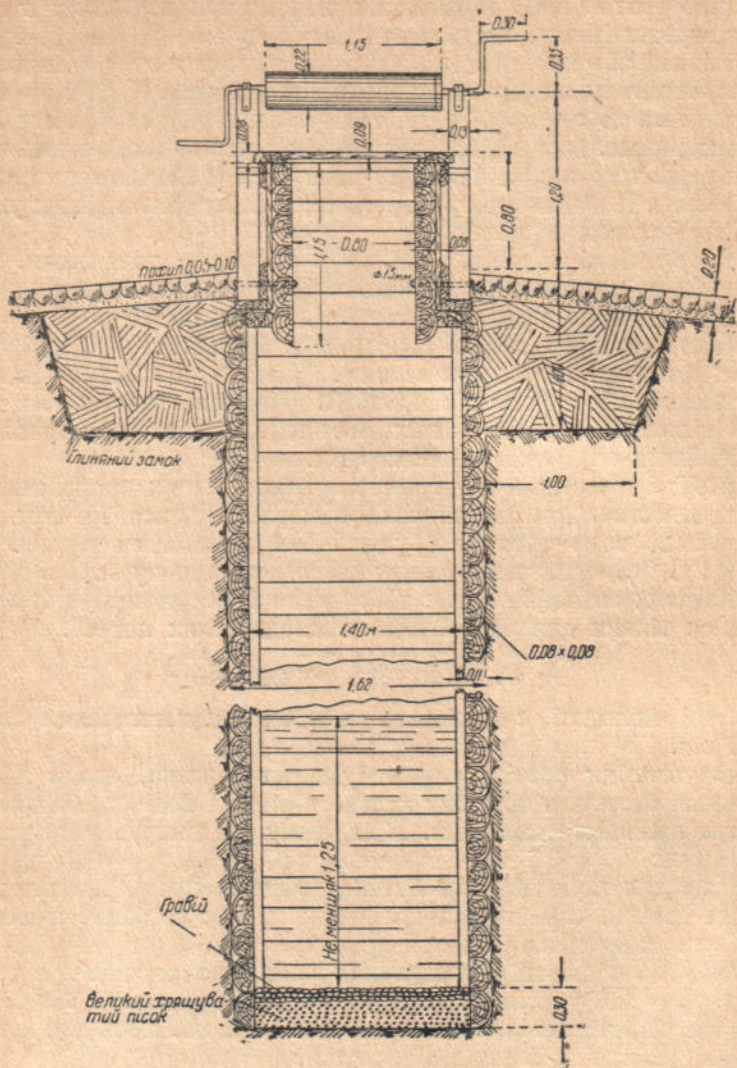
а) місце для колодязя має бути підвищене, краще на пагорбку, щоб вода завжди стікала від колодязя; це має особливе значення, коли біля колодязя напувається худоба;

б) колодязь має бути розташований не ближче як за 25 м від можливих джерел забруднення ґрунту — житлових будинків, бань, вбиралень, льохів, старих і діючих помийних ям, приміщень для худоби, куп гною і сміття та ящиків для сміття.

Не треба робити колодязів в місцях, розташованих нижче від зазначених попереду джерел забруднення ґрунту. Колодязь треба робити на достатній віддалі від проїжджого шляху; не можна влаштовувати колодязі в тих місцях, де збирається багато людей і тварин (на базарах і т. ін.).

Забруднення ґрунту особливо небезпечне тоді, коли водоносний шар не прикритий зверху глинястим ґрунтом.

Шаховий колодязь являє собою шахту з дерев'яними, кам'яними, цегляними, бетонними або залізобетонними стінами. Відповідно до використовуваного матеріалу, шахтові колодязі поділяються на дерев'яні, кам'яні, цегляні, бетонні і т. ін.



Фіг. 40.

Хоч дерев'яні шахтові колодязі мають чимало вад, а саме: тривалість їх служби невелика, водонепроникність стін незначна і на поверхні стін утворюється цвіль, проте вони найбільш поширені в радгоспах і колгоспах. Це пояснюється тим, що лісовий матеріал коштує дешево і його здебільшого можна дістати на місці. Для постій-

ного водопостачання краще влаштовувати кам'яні, бетонні або залізобетонні колодязі, бо строк служби їх становить 50—100 і більше років, тим часом як у дерев'яних колодязів він дорівнює 10—15 рокам.

Колодязі роблять квадратні (переважно), прямокутні, багаті кутні і круглі. Кам'яні і бетонні колодязі зручніше робити круглої форми, бо вони тоді краще витримують тиск землі. Дерев'яні колодязі роблять квадратні, прямокутні і з іншим обрисом у плані (фіг. 40, 41, 42). При визначенні розмірів колодязів зважають, наскільки зручно їх копати і експлуатувати та який запас води треба мати в нижній частині їх. Так при ґрунтах середньої щільності колодязі квадратного перерізу роблять розміром 1,5 × 1,5 м (мінімум 1,0 × 1,0 м), а колодязі круглого перерізу мінімум 1 м в діаметрі.

Діаметр шахтового колодязя можна обчислювати за такими формулами:

1) якщо колодязь збирає воду тільки дном

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{q}{K_2 \cdot \varphi v}}; \quad (15)$$

2) якщо колодязь збирає воду тільки стінами

$$D = \frac{q}{\pi K_2 f H_e \varphi v}; \quad (16)$$

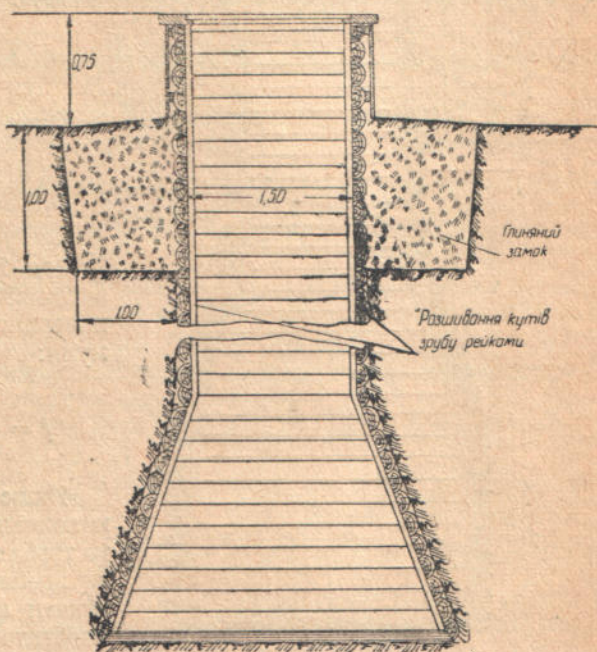
3) якщо колодязь збирає воду дном і стінами

$$D = \sqrt{4f^2 H_e^2 + \frac{q}{\pi K_2 \cdot \varphi f}} - 2f H_e, \quad (17)$$

де D — діаметр колодязя в м,

q — дебіт колодязя в м³/сек,

$K_2 = 0,15—0,35$ — коефіцієнт пористості ґрунтів,



Фіг. 41.

$\psi = 0,6 - 0,4$ — практичний коефіцієнт зменшення швидкості;
 v — підтримуюча швидкість руху води в м/сек, що визначається за графіком Тіма (фіг. 43),

f — площа отворів на 1 м^2 бокової дірчастої поверхні колодязя,

H_c — корисна висота бокової збирної поверхні колодязя в м.

Якщо в цегляній кладці колодязя залишаються через ряд порожні вертикальні шви, завширшки від 2,0 до 2,5 см, і якщо розмір цегли $250 \times 65 \text{ мм}$, то дренуюча поверхня визначається з формули:

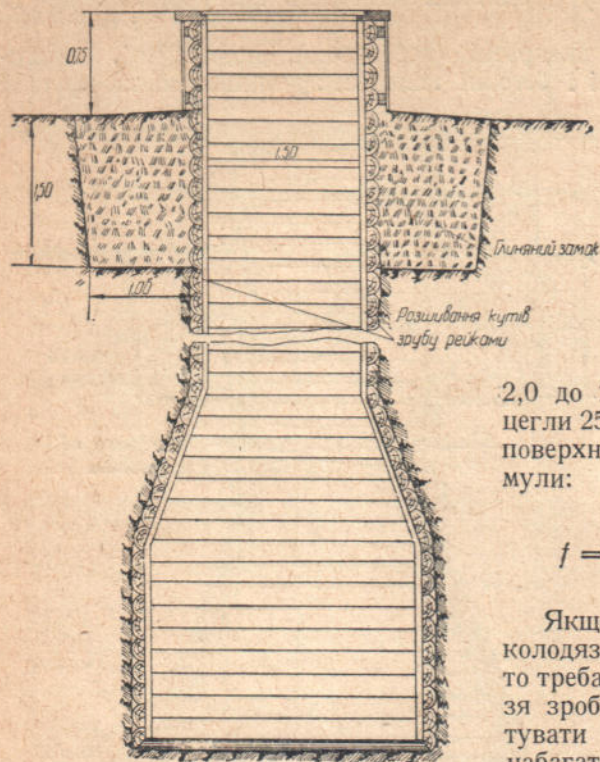
$$f = \frac{b}{2(0,120 + b)} \text{ м}^2. \quad (18)$$

Якщо обчислений діаметр колодязя буде дуже великий, то треба замість одного колодязя зробити кілька або влаштувати фільтруючий шар, що набагато здорожчує вартість колодязя (див. опис влаштування шахтових колодязів).

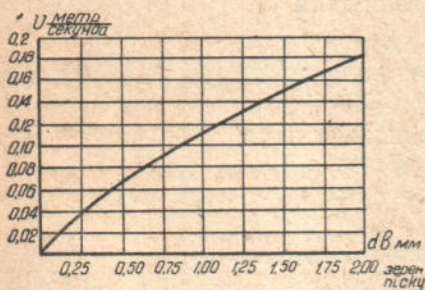
П р и к л а д¹. Визначте діаметр цегляного колодязя для забирання води з піщаного водоносного шару; діаметр зерен цього шару переважно становить 0,25 мм, пористість піску дорівнює $K_2 = 0,35$, дебіт колодязя — $0,01 \text{ м}^3/\text{сек}$.

За графіком Тіма підтримуюча швидкість $v = 0,04 \text{ м}$; площа отворів на 1 м^2 поверхні колодязя, коли залишити порожніми вертикальні шви завширшки $b = 0,02 \text{ м}$ через один ряд, дорівнюватиме:

$$f = \frac{0,02}{2(0,120 + 0,02)} = 0,07 \text{ м}^2,$$



Фіг. 42.



Фіг. 43.

¹ «Матеріали для проектування сільськогосподарського водоснабження»
 Главное хлопковое управление НКЗ СССР, 1936 р.

$$D = \frac{0,01}{3,14 \times 0,35 \times 0,071 \times 2 \times 0,4 \times 0,04} = 4 \text{ м.}$$

Шахтові і копані колодязі звичайно не дуже заглиблюють у верхню частину водоносного шару і вода в них надходить переважно через дно.

Бувають також і глибші шахтові колодязі, що розрізують потужні товщі водоносних порід і що в них вода надходить з боків, як і в трубчастих колодязях.

Таким чином за типом каптажу шахтові колодязі можна поділити на:

- 1) колодязі з водонепроникними стінами і водопроникним дном;
- 2) колодязі з водонепроникним дном і водопроникними стінами;
- 3) колодязі з водопроникними стінами і дном.

Найменша вхідна швидкість фільтрації води забезпечується останнім типом колодязя. На дно колодязя насипається шар заздалегідь промитого великого піску і 3 шари гравію по 0,15—0,20 м кожний, при чому засипка береться із зростаючою в 3 рази величиною зерен (зворотний фільтр).

При ґрунтах-пливунах роблять дощану підлогу з отворами для припливу води; на підлогу насипається послідовно знизу вгору шар піску завтовшки 0,2 м, гравію—завтовшки 0,1 м і гальки—завтовшки 0,2—0,3 м. Зворотний фільтр можна укласти безпосередньо на пливун, не роблячи при цьому дощаної підлоги.

Коли вода надходить і через стіни і коли при цьому водоносний шар дрібнозернистий (наприклад, пливун), то фільтруюча оболонка робиться і за стінами колодязя. Це потрібно для того, щоб частинки ґрунту не виносилися водою в колодязь.

Звичайно в таких випадках фільтруючу оболонку роблять з трьох-чотирьох концентричних шарів щебеню і піску, величина яких буває різна і збільшується до центра. Оболонку цю або просто насипають навколо колодязя, влаштувавши попереду шахту з тимчасовим кріпленням, або в межах водоносної породи копають колодязь з подвійними дірчастими стінами, заповнюючи проміжок між ними гравієм і піском різної величини, що зменшується до периферії.

Шахтові колодязі бажано заглиблювати у водоносний шар на 1—3 м. При незначному заглибленні колодязь може висохнути в період низького стояння ґрунтових вод. Як відомо, рівень ґрунтових вод несталий; весною він буває вищий, а у посушливу пору може знизитися на 1 м і більше.

А. Дерев'яні колодязі

Через те що дерев'яні колодязі легко збудувати і тому що в більшій частині Союзу можна знайти на місці потрібний для них будівельний матеріал, їх найчастіше влаштовують для сільського водопостачання.

Стіни дерев'яних колодязів робляться звичайно у вигляді зрубу, через що ці колодязі часто називають «зрубовими».

Дерев'яні колодязі слід робити з здорового лісу, в якому немає червоточини, глибоких розколин і який не заражений грибок. Дерев'яні зруби швидко загнивають, через що їх доводиться часто ремонтувати. З санітарного погляду слід віддати перевагу кам'яним і бетонним колодязям.

Строк служби дерев'яного колодязя залежить від породи і якості дерева. В середньому можна вважати, що строк служби дубового колодязя становить 20—25 років, модринового — 15 років і соснового — 12 років.

Дуб є добрим матеріалом як для підводної, так і для надводної частини зрубу; вільху, в'яз, модрину використовують для підводної частини зрубу, а сосну для надводної. Свіжозрубані дуб і сосна надають воді неприємного присмаку, який з часом зникає. Для зрубу використовують кругле дерево, діаметр якого становить не менш як 13 см, і пластини з 22-сантиметрових колод.

Вінці зрубу з'єднуються в лапу, без залишку, з потайним шипом або без нього, і припазовуються. Верхня частина зрубу на 2—3 м від поверхні землі має бути пригнана в чверть, особливо щільно, і вінці в кутах її треба прибивати один до одного цвяхами. Якщо вінці робляться з пластин, то кути слід рубати в скісну лапу. Вінці з'єднуються між собою шипами, заввишки 9—13 см, які вставляються через кожні 0,5—0,7 м у шаховому порядку.

Зруб має виступати над поверхнею землі на 0,75—1 м.

Щоб у колодязь не потрапила брудна вода, навколо зрубу роблять глиняну обсіпку, що має бути 1,5—2,0 м завглибшки і 0,5—1,0 м завширшки. Щоб відвести поверхневі води і запобігти утворенню грязі, ґрунт навколо колодязя підсипають піском і забруковують (краще класти брук на цеме тному розчині).

Поперечний переріз колодязя звичайно роблять однакового розміру на всю його глибину. Зруб треба виводити точно по виску. Всередині колодязя зруб мусить бути зовсім рівний без запалих окремих вінців.

При недостатньо багатому водоносному шарі або пливуні нижню частину колодязя роблять у вигляді шатра. За формою шатер може являти собою зрізану піраміду (фіг. 41) або куб із зрізаною пірамідою для збільшення ємності резервуару (фіг. 42).

Розміри поперечного перерізу шатра роблять звичайно більшими за розміри середньої частини колодязя на 0,5 м (іноді до 1,0 м). Наприклад, для колодязя 1,4 × 1,4 м шатер мусить бути такого розміру: 1,9 × 1,9 м. Глибина шатра визначається до 2,0 м (зрідка вона доходить до 3 м).

Дерев'яні колодязі можна робити як у щільних, так і в слабких ґрунтах; при будівництві колодязів в перших ґрунтах зруб доточують знизу, а в других ґрунтах — зверху.

Б. Провадження робіт

Дерев'яні зрубові колодязі можна будувати такими способами.

1. Широко застосовуване проходження «сходом» полягає у поступовому доточуванні вінців зрубу в міру вибирання землі і одно-

часному осаджуванні зрубу. Вінці зрубу виготовляють на поверхні землі. Спочатку копають шахту завглибшки від 2 до 6 м (залежно від щільності ґрунту), переріз якої має бути на 5—7 см більший за зовнішні розміри зрубу. На дні шахти встановлюють нижній вінець, що при цьому способі звичайно обробляється «на ніж». Зруб доточується знизу вгору. Після того, як зруб виступатиме на 3—4 вінці вище поверхні землі, шахту роблять глибшою, підкопуючи ґрунт на дні її і під серединами стін на глибину 20—25 см; під кутами зрубу ґрунт не підкопується, а стіни зрубу підпираються підкладками і клинами. Потім зруб заздалегідь розшивають, щоб він не розірвався при опусканні, підкопують ґрунт у кутах його, вибивають підкладки і клини і рівномірно опускають зруб на глибину вибраного шару землі. Щоб легше було опускати зруб, іноді доводиться осаджувати його, вдаряючи по ньому обухом сокири або додатково навантажуючи його. При додатковому навантаженні на чотирьох колодах, покладених навхрест по верхньому вінцю, роблять настил з пластин і накидають на нього каміння або землю.

2. Якщо ґрунт ставить значний опір при опусканні зрубу, то іноді змінюють спосіб проходження «сходом», розширюючи нижню частину зрубу у вигляді шатра. Як вже казали попереду, така будова іноді буває потрібною через властивості водоносного ґрунту (незначне водовіддавання і т. ін.). При цій схемі, як і при попередній, робота провадиться опускним способом з доточуванням вінців зверху.

3. Якщо через опір ґрунту важко застосовувати опускний спосіб проходження «сходом» з доточуванням вінців зверху, тоді вживають спосіб проходження «в підкладку». Цей спосіб полягає в поступовому підведенні вінців зрубу знизу в міру вибирання ґрунту.

Вибирання ґрунту і підведення пластин провадиться по черзі під окремими стінами зрубу. При цьому пластини тимчасово притискаються клинами і прикріплюються скобами до тої частини зрубу, що лежить вище.

Влаштувати колодязі у пливунах, особливо в напірних і сильно текучих, дуже важко; на це доводиться витратити багато коштів і мати при цьому потужні водовідливні пристрої.

Проходять пливуні такими способами:

а) при незначній щільності пливунів їх проходять «горизонтальним шпунтовим ящиком» (фіг. 44). Щоб опустити ящик, на його стінки тиснуть клинами або домкратами, що встановлюються на ці стінки і упираються в бруски, прибиті до стін зрубу;

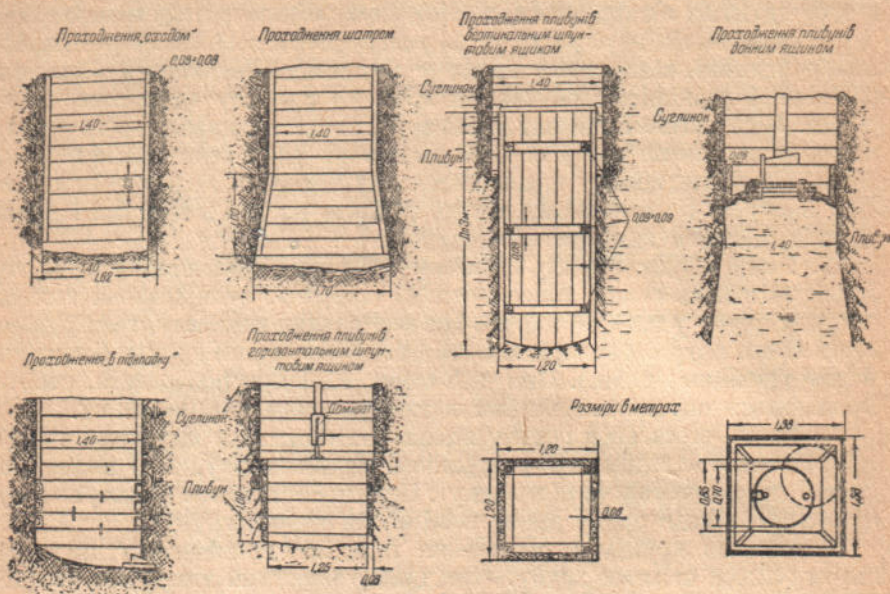
б) забивають шпунтові ряди з дощок, завдовжки 1,5—3,0 м, роблячи це за допомогою ручних баб і підмиваючи при цьому шпунт.

Якщо при такому способі перекивають проміжний шар пливуну, то колодязь далі заглиблюють «в підкладку», підводячи вінці зрубу під низ шпунтового ящика; шпунти при цьому мають бути відповідним способом забиті в ґрунт, що підстилає пливун;

в) «донним» ящиком (фіг. 44) проходять дуже розріджені пливуні, завтовшки 0,5—1,0 м. До основи ящика прикріплюється різальний залізний башмак, що полегшує опускання ящика в пливун. Донний ящик вдавлюється в пливун за допомогою клинів або дом-

кратів тим самим способом, що й горизонтальний шпунтовий ящик, описаний раніш; кришка, що є в дні ящика, при цьому відкривається і пливун заповнює ящик; після цього кришку закривають і вибирають ґрунт цебром.

Після того, як ящик буде заглиблений, звільняють домкрати (або клини), і зруб осаджується у шар пливуну, а донний ящик з закритою кришкою проходить при цьому в початкове, відносно зрубу, положення.



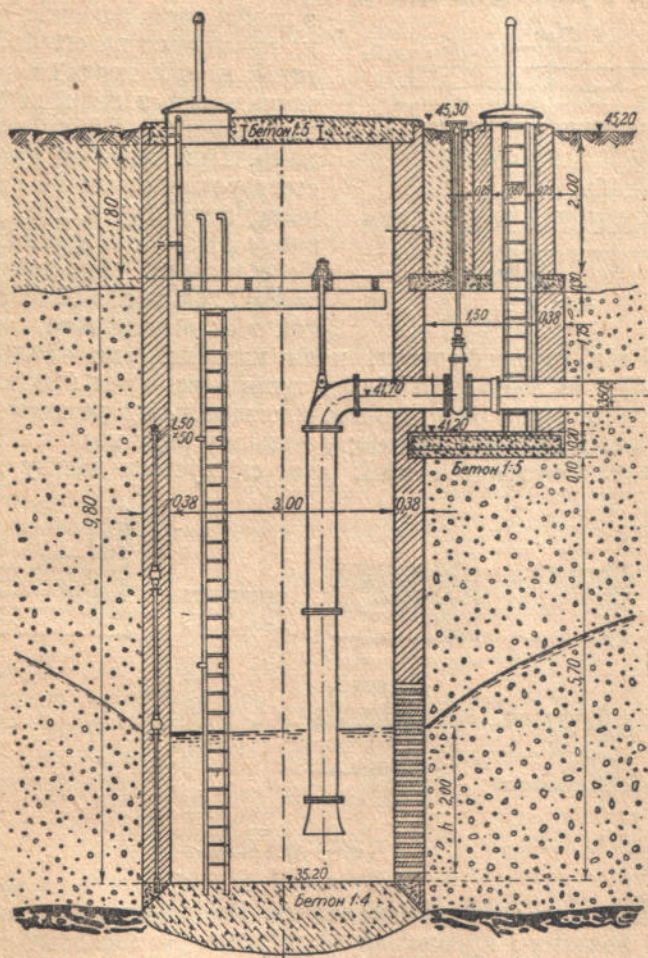
Фіг. 44.

В. Кам'яні і цегляні колодязі

Кам'яні колодязі роблять з міцного постелистого каменю, в якому немає розколин, пор і який не руйнується від дії води (з вапняку, пісковика і т. ін.). Цегляні колодязі роблять з червоної, добре випаленої відбирної цегли. Недопалу зовсім не можна використовувати. Цегла може бути стандартна, прямокутна або лекальна (остання є набагато кращою). Класти цеглу треба на доброму цементному розчині, склад якого становить 1 : 3. Щоб стіни колодязя не пропускали води, їх обштукатурюють зовні цементною штукатуркою, що має склад 1 : 2 — 1 : 3. Зсередини можна тільки розшити шви. Перекриття колодязів роблять або з залізобетонних плит, або у вигляді плоских склепінь по залізних балках (через 0,7—1,0 м), або дерев'яні дощані по балках.

На фіг. 45 зображений добре устаткований шахтовий колодязь, доведений до водонепроникного шару. Як з будівельних, так і з санітарних міркувань у верхній частині колодязя (до горизонту води) не можна робити суху кладку або законопачувати шви мохом чи клоччям.

Лише в щільних ґрунтах і при глибині колодязя не більшій як 10 м можна (але не бажано) класти цеглу на глині або насухо, якщо при цьому будуть старанно перев'язані і забиті щебенем шви. Щоб стіни колодязя у підводній частині його були водонепроникні, треба їх класти насухо, або залишати в них відкриті наскрізні щілини, або закладати дренажні трубки в зроблені у цих стінах отвори і т. ін. Ряди з от-



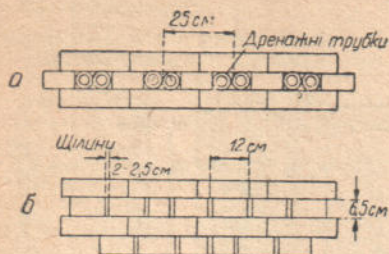
Фиг. 45.

ворами чергуються з водонепроникними рядами. На фиг. 46, а наведено закладання дренажних трубок, а на фиг. 46, б ряди цегляної кладки з щілинами завширшки 2—2,5 см. Кам'яні і цегляні колодязі роблять круглого перерізу. Діаметр кам'яних колодязів має бути не менший як 1 м в просвіті, а при провадженні робіт опускним способом не менший як 1,50 м. Товщину стін у кам'яних і цегляних колодязях слід визначати 0,25—0,65 м залежно від глибини і діаметра їх.

Для циліндричного колодязя з суцільними стінами, якщо глибина його становить 15—20 м, можна рекомендувати такі величини (в м):

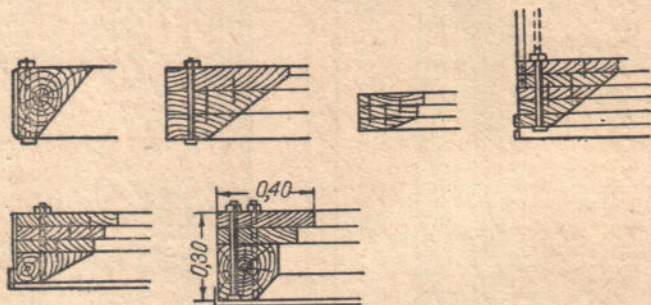
Діаметр колодязя	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0
Товщина стін	0,15	0,25	0,38	0,38	0,51	0,51	0,64	0,64

При невеликих глибинах кам'яні колодязі роблять в заздалегідь викопаній і укріпленій шахті; до того, як почнуть класти камінь, з шахти треба викачати воду. Кладка виводиться на спеціально зробленій міцній дерев'яній рамі, що складається з двох рядів дощок, завтовшки 5—7,5 см, збитих цвяхами. При великих глибинах застосовується опускний спосіб. При цьому способі стіни колодязя мають внизу ніж—особливе кільце, скошене назовні. Ніж цей роблять з дерева, заліза або бетону. Дерев'яний ніж обковується внизу залі-



Фіг. 46.

зом, щоб він не пошкодився, коли натрапить на тверді породи. На фіг. 47 і 48 зображено кілька типів дерев'яних ножів. Дерев'яний ніж являє собою раму, що має вигляд кільця і складається з двох і більше рядів дощаних косяків; у кожному ряду косяки з'єднуються в півдерева. Внутрішній край рами скошується донизу для змен-



Фіг. 47.

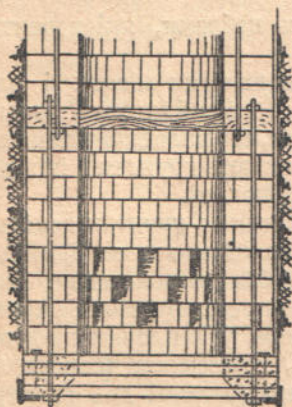
шення опору при опусканні колодязя. Всі дошки ножа зв'язуються по висоті болтами і прибиваються цвяхами. До нижнього краю прибивається або вертикальна залізна полоса або залізний куток, обернений одною з полицок донизу.

На фіг. 49 наведена залізна конструкція ножа. Куток w часто замінюють залізним кільцем, привареним до скошеного залізного листа ножа. Товщину листа S визначають за формулою $S = 2D$ в мм, де D — діаметр колодязя в просвіті; але товщина ця має бути не менша як 5 мм і не більша як 10 мм. Ширину ножа b_s звичайно вважають за 0,5—0,8 товщини стіни по низу. Ширина полицки різнобічного кутка $b_w = 10 S$, але не більша як 80×80 мм.

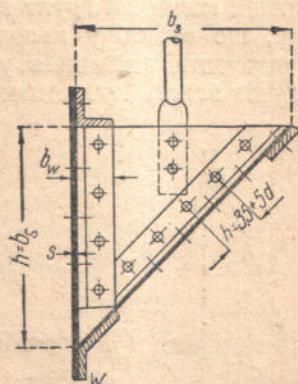
Діаметр заклепок визначається з виразу:

$$d = \sqrt{5S} - 0,4 \text{ см.} \quad (19)$$

На фіг. 50 подана конструкція залізобетонного ножа; склад бетону від 1 : 4 до 1 : 5; до того, як опускати ніж, треба видержати



Фіг. 48.



Фіг. 49.

бетон протягом 7—15 днів. Щоб кладка не розірвалася при опусканні колодезя, у ній треба закладати вертикальні тяжі — анкери, завдовжки близько 2 м.

Анкери розставляють по колу колодезя через 1,0—1,5 м. Через кожні 2 м по висоті закладають посередині товщини стіни колодезя полосове залізо або два кутки, що утворюють упорне кільце. Через це кільце опускають анкери верхнього і нижнього ярусів кладки; анкери по висоті з'єднуються між собою муфтами на різьбі. Число вертикальних анкерів n обчислюється за формулою:

$$n = \frac{\pi D}{2(\text{від } 0,6 \text{ до } 0,75)}, \quad (20)$$

де D — діаметр колодезя в простві.

Площа поперечного перерізу анкера визначається за формулою:

$$f = \frac{\text{від } 7,5 \text{ до } 12,5 D}{n}. \quad (21)$$



Фіг. 50.

Перед тим, як класти стіни цегляного колодезя, цеглу треба добре змочувати, бо інакше вона вбиратиме в себе воду з розчину і зменшуватиме міцність кладки. Під час провадження робіт треба стежити за тим, щоб правильно залишалися щілини для припливу води. Для цього доцільно закладати в щілини дерев'яні бруски, розміри яких мають відповідати розмірам щілин; бруски ці вибиваються до того, як затужавіє розчин. Анкери не повинні проходити через щілини.

Щоб правильно зробити кладку круговими рядами, у центрі колодязя встановлюють дерев'яну або залізну жердину і на ній припасовують розніжок. На фіг. 51 подана схема опускання колодязя і водовідливу. Як водовідливні пристрої використовують звичайно відцентровий насос з електромотором або локомотивом, трактором, двигуном внутрішнього згорання і т. ін.

Зсередини колодязя ґрунт вибирають цебрами, які навантажують робітники, що стоять у колодязі.

При опусканні колодязів у дрібнозернистих пісках і пливунах інколи дуже важко провадити роботи з водовідливом; пояснюється це тим, що колодязі у таких умовах запливають ґрунтом і іноді швидко опускаються.

У таких ґрунтах доцільно при опусканні колодязя провадити роботи без водовідливу. Вибирати ґрунт при цьому можна черпаком — мішком, укріпленим на довгій палиці, грейфером (самосхватом) і норією (останні два пристрої використовуються лише при великих об'ємах роботи і тоді, коли є потрібне устаткування — троси, лебідки і т. ін.).

Комбінований спосіб вибирання ґрунту водночас з водовідливом полягає у застосуванні ежектора. Користуватися ежектором доцільно при досить значному об'ємі робіт, значній глибині колодязя, що

утруднює встановлення насоса, і при ґрунтах, які легко розмиваються. Ежектор підвішується на блоках в опускному колодязі. Щільні ґрунти можна додатково розмивати (скаламучувати) брандспойтом. Робоча вода подається під напором до ежектора відцентровим насосом.

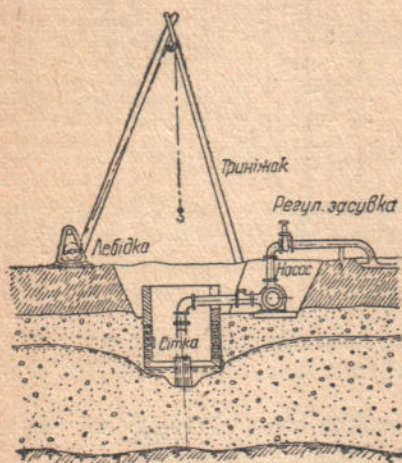
У дуже пливких ґрунтах при роботі з ежектором можна і не знижувати рівня води в колодязі, для чого викидувана ежектором вода поповнюється таким чином. Ежектор подає воду в ящик, об'ємом 1—3 м³, в якому осідає пісок, а звільнена від піску вода стікає назад у колодязь.

Якщо всередині колодязя зробити свердловину і викачувати з неї воду, то колодязь можна осушити цілком і опускати зруб насуху.

Г. Бетонні і залізобетонні колодязі

Бетонні і залізобетонні колодязі роблять круглого перерізу, діаметром не менш як 0,7 м.

Стіни бетонних колодязів або набиваються на місці, або здебільшого складаються з виготовлених заздалегідь бетонних кілець, зав-



Фіг. 51.

вишки 0,75—1,0 м. Бетонні і залізобетонні колодязі мають гладкі і водонепроникні стіни, через що з санітарного погляду вони є найкращими з усіх видів колодязів. Дефектом є значна вартість набивних колодязів і невелика міцність бетонних кілець, які треба дуже обережно опускати, щоб вони не поламалися і не порозколювалися. Товщина стін визначається за такими формулами:

для бетонних колодязів:

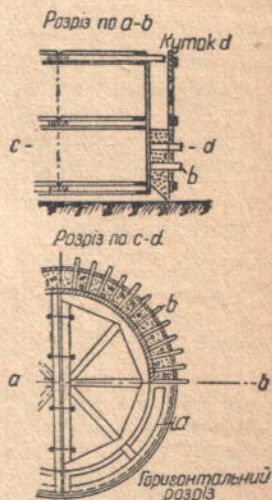
$$\sigma = 10d + \text{від } 5 \text{ до } 10 \text{ см}, \quad (22)$$

для залізобетонних колодязів:

$$\sigma = 8d + \text{від } 5 \text{ до } 10 \text{ см}, \quad (23)$$

де d — внутрішній діаметр колодязя в метрах.

Стіни колодязів набивають шарами завтовшки 10 см. При набиванні на місці опалубку, як правило, слід робити двобічну і лише при дуже щільному ґрунті і невеликій глибині колодязя (до 10 м) її інколи кладуть тільки зсередини. На фіг. 52 наведено набивання бетонного колодязя діаметром 3 м, при якому встановлюються дерев'яні клини, заввишки 10—20 см, для утворення приймальних отворів. Внутрішня опалубка складається з двох вертикальних напівкруглих частин заввишки до 2 м, розпертих між собою клинами; при витяганні цих клинів внутрішня обшивка може бути підійнята вгору. На куток d упирається зовнішня опалубка. Щоб дошки опалубки не прогиналися, зовнішня обшивка стягнута залізними полосами. Коли треба зняти опалубку, вибивають клини між половинками внутрішніх барабанів.



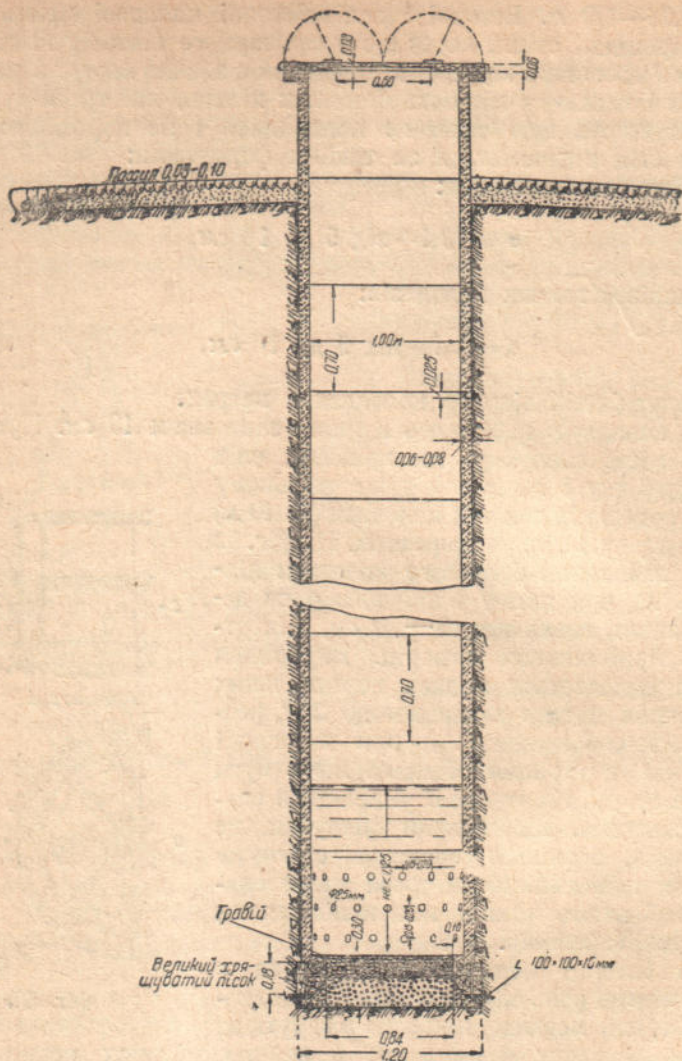
Фіг. 52:

Якщо бетонні колодязі складаються з готових кілець (фіг. 53), то товщину стін визначають трохи меншою, ніж вона має бути за поданими попереду формулами; в нижніх кільцях повинні бути отвори для пропускання води; кільця роблять або з гладкими краями, або в чверть. З'єднуються кільця на цементному розчині 1 : 2.

Склад бетону для кілець 1 : 2 : 5 або 1 : 2 : 6 з щебінькою, не більшою як 2 см.

У шахту кільця опускаються коловоротом або за допомогою блока, укріпленого на міцних козлах чи на триніжку.

Залізобетонні колодязі армуються горизонтальною кільцевою арматурою діаметром 6—8 мм, встановленою одна від одної на віддалі 12—20 см, і вертикальною кільцевою арматурою, встановленою на віддалі 20—25 см.



Фіг. 53.

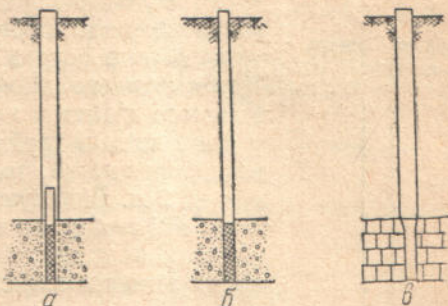
§ 10. Трубчасті (свердлові) колодязі

А. Типи трубчастих колодязів і схеми будови їх

Влаштування шахтових колодязів обмежується глибиною залягання водоносного шару. Шахові колодязі, глибші за 40 м, робляться як виняток. Трубчасті ж колодязі роблять великої і незначної глибини. Неглибокі трубчасті колодязі називають іноді бруклінськими. При невеликих глибинах шахтові колодязі бувають кращими за трубчасті, якщо водоносний шар погано віддає воду.

З санітарно-гігієнічного погляду трубчасті колодязі кращі за шахтові. Трубчастий колодязь складається з обсадних труб, що укріплюють стіни свердловини, і фільтра, в який надходить вода з водноносного горизонту. Фільтр служить як для збільшення поверхні, що приймає воду, так і головно для того, щоб свердловини не засипалися піском.

Звичайно обсадні труби, якими свердловина укріплюється під час свердління, залишаються і для дальшої експлуатації; після того, як закінчать свердлити, у свердловину опускається фільтр і обсадні труби трохи підіймаються, щоб оголилася поверхня фільтра (фіг. 54, а).

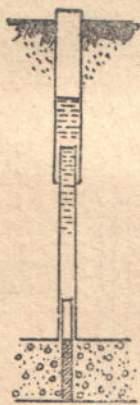


Фіг. 54.

При неглибоких свердловинах до 15—20 м замість колони обсадних труб іноді використовуються труби меншого діаметра, а саме — такого ж діаметра, як і діаметр фільтра (фіг. 54, б). Але це неправильно, бо призначення обсадної труби в тому, щоб вона не дала проникати у свердловину забрудненій поверхневій воді. При дуже стійких водоносних породах, наприклад, щілинуватих вапняках, крейді і т. ін., свердловину в межах твердої водоносної породи можна й не укріплювати трубами (фіг. 54, в).



Фіг. 55.



Фіг. 56.

При свердлінні глибоких свердловин їх треба укріплювати кількома колонами труб (фіг. 55).

Однією колоною не можна пройти на велику глибину (100—200 м), бо тертя обсадної труби об ґрунт стає дуже великим в міру збільшення її довжини. Чим пухкіший ґрунт, тим менше можна заглибити обсадну трубу. Коли трубу вже дуже важко, або й зовсім не можна опускати, тоді всередину її вставляють нову колону меншого діаметра і продовжують опускати далі.

Як буде закінчене свердління і кріплення свердловини, можна залишити лише один ряд обсадних труб кінцевого діаметра; всі ж інші труби більшого діаметра витягають в таких випадках на поверхню землі. Після цього колодязь буває закріплений лише трубами кінцевого діаметра.

Іноді, коли ґрунт ставить великий опір при витяганні труб, вирізують зайву частину їх, починаючи робити це з труб кінцевого діаметра. В таких випадках свердловина також закріплена одним рядом труб, але набуває телескопічного вигляду (фіг. 56); крім того, що

при такій будові можна заощадити на трубах, вона ще зручна й тим, що дає змогу в деяких випадках розміщати насосне устаткування у верхній розширеній частині свердловини. При такій будові допо-

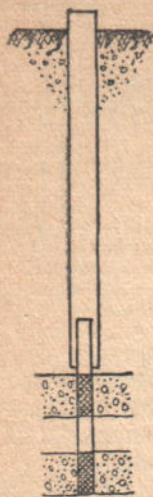


Fig. 57.

міжні верхні колони мають бути добре врізані у водонепроникні проміжні шари, щоб у свердловину не потрапила вода з розташованих вище горизонтів. Труби меншого діаметра повинні заходити в труби більшого діаметра не менш, як на 2 м, а коли шар, у який врізані труби зовнішньої колони, не цілком водонепроникний, то труби повинні заходити більш, ніж на 2 м. Відрізуються труби внутрішніми труборізами, які вводяться на заздалегідь вимірних робочих штангах на певну глибину до ролика труборізу. При цьому штанги затискаються в поворотному ключі, покладеному на гирло вирізуваної обсадної труби. Труба, яку треба різати, також затискається на гирлі наступної колони труб більшого діаметра. Коли в тих породах, що їх проходять, є кислі або солоні води, то однорядне кріплення стін трубами іноді буває недостатнім. Щоб збільшити строк служби колодязя і захистити його від руйнуючої дії хемічних домішок, залишають дво- або трирядне кріплення стін трубами, при чому в деяких випадках простір між трубами навіть заповнюють цементом (тампонують міжтруб-

ний простір); утворене цементне кільце захищає внутрішню колону від руйнування. Коли дебіт одного водоносного горизонту буває недостатній і коли доводиться каптувати воду тим самим колодязем ще й з другого горизонту, тоді роблять так, як це показано на фіг. 57. Але така будова буде можливою лише при невеликій різниці між рівнями статичних горизонтів в обох захоплюваних шарах.

Особливу групу являють з себе трубчасті колодязі з гравійними фільтрами, що використовуються при викачуваннях з дрібнозернистого і пливкого піску.

Гравійні фільтри роблять тому, що вони менше заносяться дрібно-

зернистою водоносною породою. На фіг. 58, а і б наведені дві схеми будови гравійних фільтрів. При влаштуванні гравійного фільтра свердловину треба робити більшого діаметра $d = 0,75 - 1,0$ м з залізних труб, товщина стін яких становить 8 — 10 мм. В цю свердловину вставляється складений на поверхні землі колодязь меншого діаметра з фільтром.

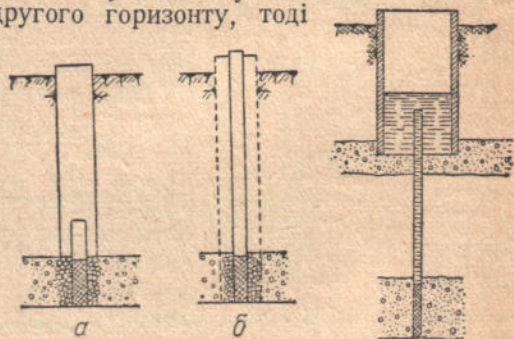


Fig. 58.

Fig. 59.

Утворений кільцевий простір засипається дрібним гравієм, наприклад, величиною 3—8 мм. Потім зовнішні труби або трохи підіймають, оголюючи фільтр (фіг. 58, а), або витягають зовсім (фіг. 58, б). Будова, подана на фіг. 58, а, краща і при ній легко витягати фільтр на поверхню, коли треба замінити його або почистити.

Часто гравійний фільтр складається з двох шарів, завтовшки 10—20 см кожний, і має співвідношення діаметрів зерен у сусідніх шарах в межах 1:3 до 1:4.

На фіг. 59 наведена схема комбінованого колодязя. Верхня частина його являє собою шахтовий колодязь, що упирається в водонепроникний шар, а нижня — свердловий колодязь, збудований з дна шахтового.

Б. Устаткування трубчастих колодязів

Свердловини кріпляться залізними свердловими трубами з нарізними муфтами. Чавунні і дерев'яні труби для кріплення свердловин використовуються дуже рідко.

Тепер при діаметрі понад 150 мм використовуються труби бакинського типу. В наведених далі таблицях подані дані як для першого, так і для другого виду труб.

В таблиці 21 подані дані про обсадні труби, зварені в напустку і з'єднані муфтами, які використовуються для неглибокого свердління (труби димогарні, мають різьбу і муфти; заводська довжина їх становить від 5 до 6 м).

Таблиця 21

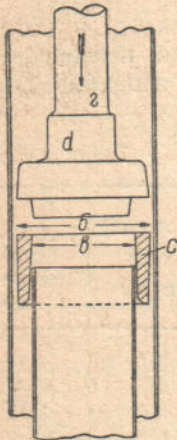
Зовнішній діаметр		Товщина стін в мм	Вага 1 лінійного метра (в кг)	Зовнішній діаметр		Товщина стін в мм	Вага 1 лінійного метра (в кг)
в дюймах	в мм			в дюймах	в мм		
2 ³ / ₄	70	5	7,21	7	178	5 ¹ / ₂	23,40
3	76	5	8,75	7,5	191	5 ¹ / ₂	25,16
3 ¹ / ₂	89	5	10,65	8	203	6	29,15
3 ³ / ₄	95	5	11,10	8,5	216	6 ¹ / ₂	33,58
4	102	5	11,96	9	229	6 ¹ / ₂	35,67
4 ¹ / ₂	114	5	13,44	9,5	241	6 ¹ / ₂	37,59
5	127	5 ¹ / ₂	16,48	10	254	7	42,64
5 ¹ / ₂	110	5 ¹ / ₂	18,24	10,5	267	7	44,88
6	150	5 ¹ / ₂	19,87	11	270	7 ¹ / ₂	50,22
6 ¹ / ₂	165	5 ¹ / ₂	21,63	12	305	7 ¹ / ₂	55,03

В таблиці 22 подані дані про обсадні труби бакинського типу (100-міліметрові труби американські, а всі інші — бакинського типу). У вазі врахована сполучна муфта.

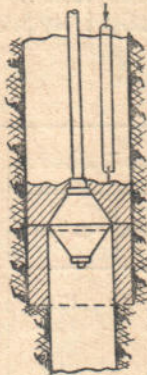
Коли в свердловині переходять від великого діаметра труб до меншого, то треба закривати міжтрубний зазор. Закривається цей зазор за допомогою свинцевого кільця або цементу. На фіг. 60 наведено

Діаметр		Товщина стін (в мм)	Вага 1 лінійного метра (в кг)	Діаметр		Товщина стін (в мм)	Вага 1 лінійного метра (в кг)
Внутрішній (в дюймах)	Зовнішній (в мм)			Внутрішній (в дюймах)	Зовнішній (в мм)		
4	114	5,5	14,92	14	377	9	90,63
6	168	6,35	27,93	14	377	10	99,44
6	168	7	30,40	16	426	10	113,40
8	219	7	40,45	16	426	11	123,38
8	219	8	45,48	18	476	10	127,29
10	273	8	57,77	18	476	11	138,51
10	273	9	64,08	20	527	11	154,29
12	325	8,5	73,43	20	527	12	166,70
12	325	9	77,22	—	—	—	—

закривання міжтрубного отвору за допомогою свинцевого кільця. Кільце це відливається в глиняній формі і має клиновидний переріз C ; зовнішній діаметр його b дорівнює внутрішньому діаметру більшої труби мінус 4—6 мм, а внутрішній



Фіг. 60.



Фіг. 61.

діаметр a дорівнює зовнішньому діаметру меншої труби мінус 6—10 мм. Кільце вводиться в свердловину до краю зрізаних труб; ударним патроном d , закріпленим на штапгах g , заганяють у зазор свинцеве кільце, злегка вдаряючи по ньому; кільце при цьому стискається і заповнює кільцевий міжтрубний зазор. Спосіб цей є найкращим. При заливанні зазора цементним розчином пропорція цементу і води має становити 100 на 50. Під час заливання закривають нижню колону труб дерев'яною пробкою, що має форму двох зрізаних конусів (фіг. 61).

Цемент вводиться по спеціальній заливній трубі. Після того, як розчин затужавіє, але ще не зовсім затвердне, пробку витягають на поверхню землі. Щоб закрити зазор між останньою колоною обсадних труб і фільтровою трубою, використовують ущільнені гумові кільця, а також прядиво. На фіг. 62 наведено закривання зазору між трубою кінцевого діаметра і фільтровою трубою за допомогою гумового кільця. На надставку фільтра надівають гумове кільце, яке упирається нижньою своєю частиною в упорне кільце. На різьбову частину фільтрової надставки нагвинчують патрубок, який при цьому тисне на гумове кільце і розпирає його. На фіг. 63 наведено закривання затрубного простору прядив'яним канатом, яким кілька разів об-

вивають трубу поперемінно по колу і по твірній; канат цей набрякає у воді і щільно перекриває кільцевий зазор.

Якщо в процесі свердління і осаджування труб при переході з труб одного діаметра на труби іншого діаметра не можна врізати у водотривкий шар трубу попереднього діаметра, тоді застосовується башмачний тампонаж глиною або цементом, а також підбашмачне заливання способом Перкінса, в наслідок чого тампонується затрубний простір. Способи ці докладно описуються в курсах свердлових робіт.

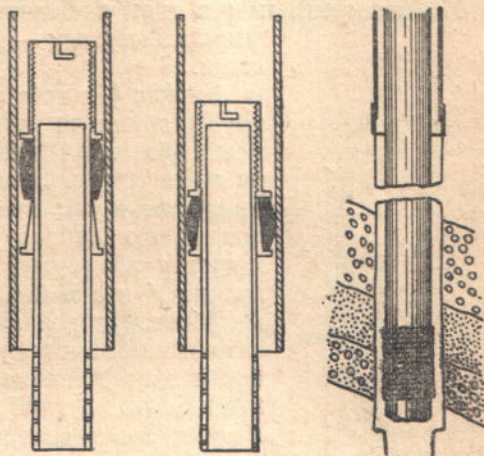
Глибокі трубчасті або артезіанські колодязі є досить дорогими спорудами, ось чому питання про їх влаштування, розміщення, вибір схеми кріплення, влаштування фільтра і т. ін. можна розв'язати лише на підставі досить вичерпливих гідрогеологічних даних. Звичайно артезіанські колодязі розміщують біля річкових долин або на рівних площадках межиріч; не слід робити ці колодязі на вододілах двох річкових басейнів.

Коли треба зробити кілька артезіанських свердловин, то необхідно на підставі гідрогеологічних даних встановити віддаль між свердловинами, пам'ятаючи при цьому, що смуги живлення їх не повинні перетинатися. Віддаль ця звичайно буває не менша як 100 м.

Взагалі ж, виходячи з умов експлуатації і з того, що подавання води одною з свердловин може на деякий час припинитись (ремонт насосного устаткування, чищення або зміна фільтра і т. ін.), дуже бажано мати для водопостачання не менш як 2 свердловини. Не треба, щоб при цьому дебіт кожної свердловини задовольняв 100% водоспоживання, бо при виключенні одної з свердловин можна на деякий час трохи зменшити водоспоживання або провадити форсоване викачування з другої свердловини. Наприклад, цілком достатньо, щоб дебіт кожної з двох свердловин становив 75% водоспоживання сільського населення даного місця. Якщо свердловин є більш, ніж дві, то відповідно зменшиться процент резерву. При значному числі свердловин досить робити 1 резервний колодязь на кожні 5 основних свердловин.

Сказане попереду стосується не тільки до свердлових колодязів з напірними і ненапірними водами, а й до шахтових водозборів.

Нижню частину свердловини при стійкій породі (наприклад, у щілинуватих гранітах) можна зовсім не закріплювати трубами



Фиг. 62.

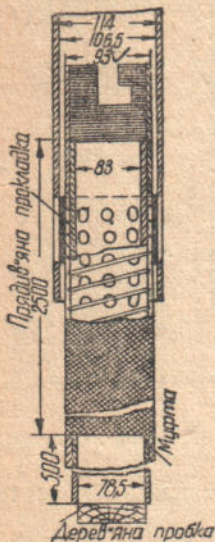
Фиг. 63.

в межах водоносного шару. При галечниках, хрящах і т. ін., які не засмічують свердловин, ці останні в межах водоносного шару можна укріплювати трубами з приймальними отворами. Труби ці інколи неправильно називають фільтром. Отвори роблять або круглі, діаметром 10 мм, або у вигляді вертикальних щілин, розміром 10×100 мм.

При зернистій будові водоносного шару у нижній частині свердловини роблять фільтр.

В. Фільтри трубчастих колодязів

Найпоширенішими з них є сітчасті фільтри. Складається цей фільтр з каркасу — дірчастої труби і фільтруючої сітки.

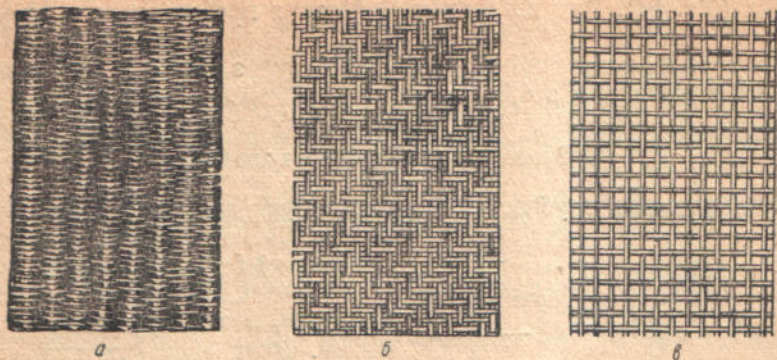


Фіг. 64.

Каркас фільтрів роблять з мідних або залізних труб (чорних чи оцинкованих). Найбільш надійним є фільтр з мідної труби, бо у воді він зовсім не окислюється. З залізних труб краще використовувати чорні; вони більш довговічні, ніж оцинковані, що швидко роз'їдаються в воді, яка має нітратну або сульфатну кислоти, а також солі заліза. У нас в СРСР для влаштування фільтрів використовуються каркаси з залізних труб з просвердленими в них отворами і щілинами, через які має вільно проходити вода. Отвори ці здебільшого мають круглий переріз, діаметром 10—12 мм. Розміщують ці отвори в шаховому порядку. Центри отворів вертикальних або горизонтальних рядів мають бути один від одного на 3,5 см.

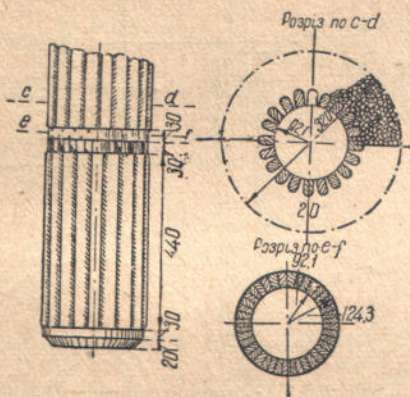
Інші види приймальних отворів (прямокутного перерізу, у вигляді щілин і т. ін.) застосовуються рідко. Прорізи прямокутного перерізу розміщуються на віддалі 5—7 мм один від одного; довжина прорізу не повинна бути більша як 4—5 см.

Фільтруюча сітка кладеться не безпосередньо на фільтрову трубу з отворами, а на спіраль з мідного дроту діаметром 3—4 мм з кроком 25—30 мм (фіг. 64) або на сітку з квадратним плетінням. Спіраль на кінцях і в проміжках припаюється до труби. Замість спіралі припаюють також у вертикальному напрямі дротинки або сітку квадратного плетіння, що являє собою підкладку для дрібнішої власне фільтруючої сітки. Фільтруюча сітка робиться з мідного дроту кіперного (фіг. 65,а), галунового (фіг. 65,б) або квадратного (фіг. 65,в) плетіння; з них найбільш задовільною є сітка кіперного плетіння, придатна для дрібнозернистих і для середньозернистих ґрунтів (у нас в СРСР найбільш поширена галунова сітка). Галунова сітка являє собою міткалеве плетіння, що складається з мідних дротинок основи, завтовшки 0,6 мм, і дротинок піткання, завтовшки 0,2—0,5 мм. Галунова сітка позначається подвійним номером. Так № 14/124 означає, що на кожні 25 мм (англійський дюйм) припадає 14 дротинок основи

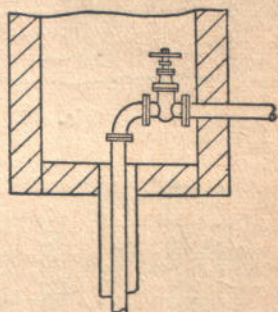


Фиг. 65.

і 124 дротинки піткання. Іноді галунову сітку позначають одною цифрою, яка вказує число дротинок основи. Використовується ця сітка у дрібнозернистих ґрунтах. У сітці кіперного плетіння номер її означає число дротинок основи і піткання, що припадає на кожні 25 мм.



Фиг. 67.



Фиг. 68.

Сітка квадратного плетіння використовується при великому піску і гравію. Номер цієї сітки означає те саме, що і в наведених попереду сітках.

Придатною для даного піску буде та сітка, через яку просіюються 40—60% від усього зразка піску.

Фільтр бажано встановлювати на всю товщину водоносного шару піску.

Нижня частина фільтрової труби, що називається силосом, або устійником, робиться суцільною на висоту 0,5—1,0 м і служить для того, щоб фільтр не засмічувався дрібними частинками, які проскакують через нього. На нижній кінець фільтрової труби нагвинчується залізна або мідна конічна пробка (фиг. 66) чи забивається дерев'яна

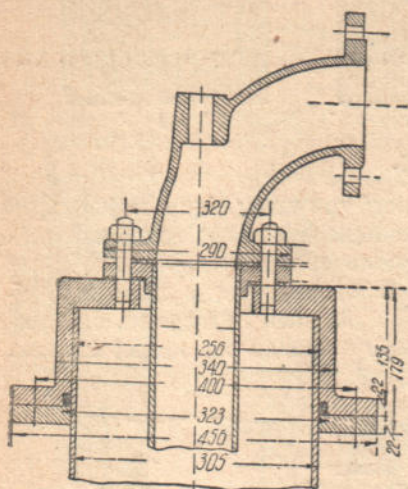
Фиг. 66.

пробка (фіг. 64). При встановленні фільтра пробку вдавлюють у породу.

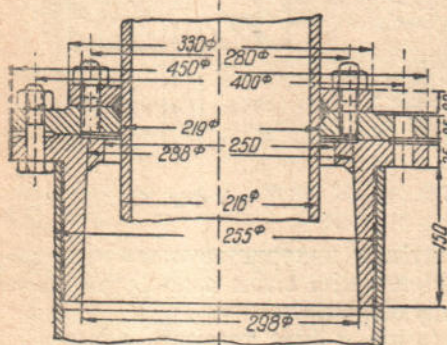
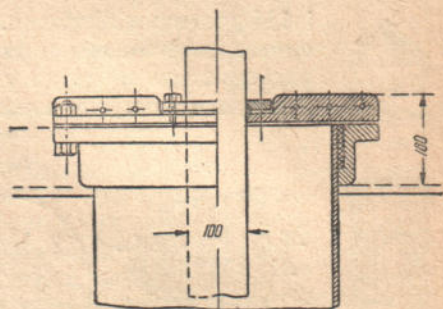
На фіг. 67 наведений дерев'яний фільтр з брусків, завтовшки 32,2 мм з щілинами в 4,2 мм.

Г. Оголовки трубчастих колодязів

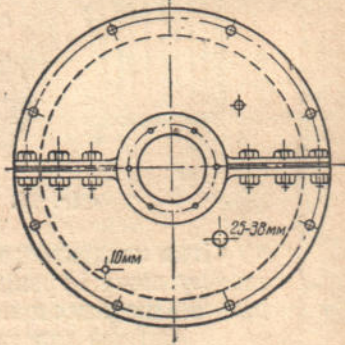
При будівництві трубчастих колодязів треба вжити заходів до того, щоб в ці колодязі не проникали поверхневі води і не забруднювали їх. Оголовок трубчастого колодязя вміщують в цегляну або бетонну шахту. Верх обсадних труб—оголовок — має бути по можливості



Фіг. 69.



Фіг. 71.



Фіг. 70.

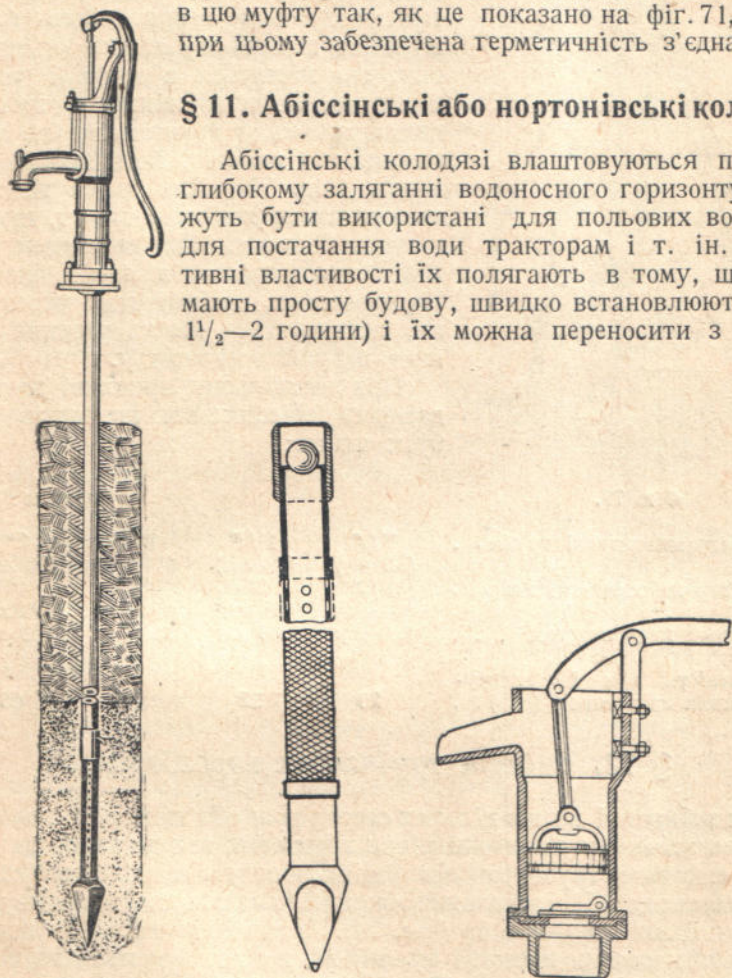
герметично перекритий. На фіг. 68 подана шахта трубчастого колодязя, незахищеного від проникання води, що стікає з стін колодязя, та інших видів забруднення. На фіг. 69 наведений задовільно захищений оголовок — на різьбу обсадної труби нагвинчена головка з фланцями і гумовими шнурами; у коліні всисної труби зроблений отвір, в який вставляється спостережна трубка, потрібна для вимі-

рівняння рівня води в свердловині; кінець цієї трубки при викачуванні повинен бути нижче рівня води на 1—2 м.

На фіг. 70 оголовок колодязя насаджений на кінець обсадної труби без різьби. Фланці оголовка з'єднуються з обсадною трубою свинцевим або цементним стиком чи гумовим кільцем. Якщо зверху обсадної труби є муфта, то оголовок колодязя вгвинчується в цю муфту так, як це показано на фіг. 71, отже, при цьому забезпечена герметичність з'єднання.

§ 11. Абіссінські або нортонівські колодязі

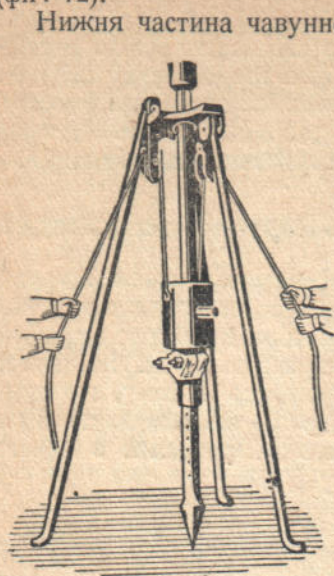
Абіссінські колодязі влаштовуються при неглибокому заляганні водоносного горизонту і можуть бути використані для польових водопоїв, для постачання води тракторам і т. ін. Позитивні властивості їх полягають в тому, що вони мають просту будову, швидко встановлюються (за $1\frac{1}{2}$ —2 години) і їх можна переносити з одного



Фіг. 72.

місця на інше. Використання цих колодязів обмежується висотою всисання насосного циліндра, що міститься в насосній колонці над свердловиною. Абіссінський колодязь складається з металічних труб, які з'єднуються муфтами і різьбами. Колона труб з'єднується з фільтром, що має сталіший наконечник. Фільтр являє собою відрізок труби завдовжки близько 1 м з отворами. При зернистій будові

грунту фільтрова труба обтягується мідною фільтруючою сіткою (фіг. 72).



Фіг. 73.

Нижня частина чавунної насосної колонки являє собою робочий циліндр, в якому може пересуватися поршень. Підіймаючись вгору, поршень засисає воду; при опусканні вниз вода проштовхується вгору через клапан поршня; при цьому закривається клапан, що міститься в нижній частині циліндра. Коли абіссінський колодезь встановлюють у ґрунтах, що не мають гальки або щебеню, його просто забивають (фіг. 73). Для цього на трубу насаджуються залізний хомут, що стягується болтами. Над колодезем встановлюють триніжок з двома блоками. На вірвовках, перекинутих через блоки, підвішується важка чавунна баба, якою вдаряють по хомуту.

При достатньому припливі води видатність абіссінських колодезів може бути такою:

Таблиця 23

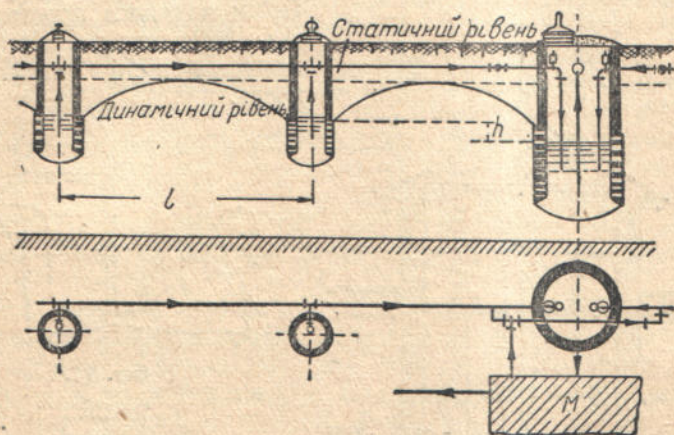
Діаметр колодезної труби . .	1 $\frac{1}{4}$ " (32 мм)	1 $\frac{1}{2}$ " (38 мм)	1 $\frac{3}{4}$ " (44 мм)	2" (50 мм)
Діаметр насосного циліндра .	2 $\frac{1}{2}$ " (64 мм)	3" (75 мм)	3 $\frac{1}{2}$ " (89 мм)	4" (100 мм)
Довжина ходу поршня . . .	200 мм	200 мм	200 мм	200 мм
Видатність при 50 викачуваннях за хвилину (в м) . .	20	32	50	65

§ 12. Сифони трубчастих водозборів

При забиранні води з кількох свердловин або шахтових колодезів і при неглибокому заляганні рівня ґрунтових вод доцільно за допомогою сифонних трубопроводів підіймати воду з свердловин (колодезів) і переводити її в загальний збирний колодезь, що влаштовується посередні лінії водозборів (фіг. 74). Із збирного колодезя вода забирається насосами насосної станції *М*, що розміщується на віддалі 15—20 м від цього колодезя. Така будова економніша, ніж самостійне підіймання води насосом з кожної свердловини, і набагато простіша в експлуатації, бо при ній здійснюється централізація обслуговування на одній насосній станції.

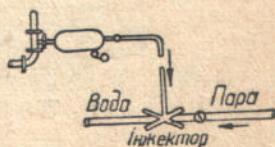
Сифонні трубопроводи прокладають з незначним підйомом (приріом 0,005) вбік збирного колодезя. Треба, щоб підвищення верхніх частин сифонних трубопроводів над найнижчим рівнем води в колодезі не було більше за допустиму висоту всисання сифоном, тобто за 6—7 м. Ось чому при проектуванні сифонних трубопроводів слід

визначити максимальне зниження рівня води в свердловинах, провівши для цього пробне викачування. Краще мати при цьому деякий запас, бо в процесі експлуатації може трапитися так, що рівень вод доведеться знизити більше, ніж це було передбачено заздалегідь. Через це, на нашу думку, не слід визначати верхню точку сифона вище,



Фіг. 74.

як за 5 м від найнижчого рівня води, встановленого в результаті пробних викачувань. На випадок ремонту кожний колодезь має бути відділений засувкою від сифонного збирного трубопроводу. Бажано, але не обов'язково, щоб приєднання до збирного трубопроводу робилося під скісним кутом. Перед тим, як пускати сифон у роботу, треба його залити водою. Якщо статичний рівень під час припинення робіт підіймається вище сифона, то сифон при цьому заливається водою і заряджати його тоді не треба. Сифонні трубопроводи здебільшого прокладають вище статичного рівня. В таких випадках перед тим, як пустити сифон у роботу, треба його зарядити. Найлегше заряджати сифон інжектором (фіг. 75), що приєднується до ковпачка в верхній частині сифона. Інжектор може робити на напірній воді або на парі. Заряджання сифону за допомогою заливання водою наведено на фіг. 76.

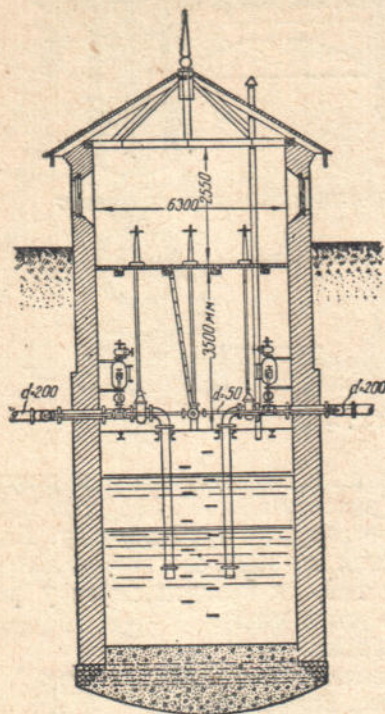


Фіг. 75.

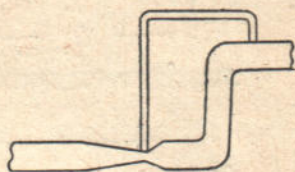
Щоб у сифонний трубопровід не засисалося повітря, стики треба обробляти дуже старанно. Безперечно заливати свинцем краще, ніж цементом. Цілком придатні також залізні зварні труби (або сталіні суцільностягнуті) з зварними стиками між окремими ланками, які зовсім не дають повітрю засисатися в трубопровід. Подавальний кінець сифона у збирному колодезні має бути опущений під найнижчий рівень води не менш, як на 1 м. При тисковій, нижчому за атмосферній, у сифоні з води виділяється деяка кількість повітря. Щоб не утворю-

вались повітряні пробки і не порушувалась робота сифона, треба видаляти те повітря, що збирається у верхній частині сифона (біля збирного колодязя). Найлегше можна досягти цього, коли встановити в кінці низхідного коліна сифона трубу Вентурі і приєднати звужену частину її (фіг. 77) трубою до того місця, де зібралось повітря. На фіг. 78 наведений збирний колодязь сифонного трубопроводу.

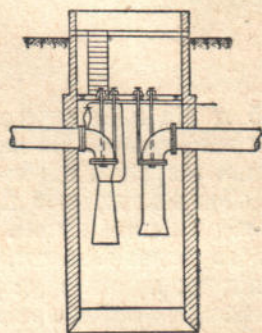
Об'єм водяного простору збирного колодязя розрахований на кількахвилинну витрату води з нього.



Фіг. 76.



Фіг. 77.



Фіг. 78.

Сифонні труби доцільно використовувати тоді, коли найнижчий рівень води залягає під час викачувань не глибше як 8—9 м від поверхні землі. При більших глибинах прокладання сифонних трубопроводів здебільшого коштує дуже дорого. Розрахункова швидкість руху води в сифонних трубопроводах встановлюється 0,7—0,8 м/сек. Втрати напору по довжині сифона визначаються так само, як і для звичайного трубопроводу. Ми пропонуємо збільшувати їх в середньому на 10% через додатковий опір, що обумовлюється виділенням бульбочок повітря. Крім того, треба враховувати також втрати на місцеві опори, які треба визначити окремо.

Для попередніх розрахунків можна брати на місцеві опори 15% від втрат по довжині.

§ 13. Каптування пливунів

Окремо стоїть питання про влаштування каптажних споруд у пливунах. Труднощі, пов'язані з влаштуванням цих споруд у пливунах, і небажані явища при експлуатації (засмічення фільтрів і колодязів піском, зниження видатності колодязів) примушують уникати їх. Проте досліди, проведені останнім часом інж. Купріяновим в науково-дослідному Північно-кавказькому інституті гідротехніки і меліорації, свідчать, що пливуни можна використовувати як водоносну породу, коли каптувати їх трубчастими і шахтовими колодязями. Особливе значення це має для районів, бідних на добру ґрунтову воду, коли вибирати немає з чого і коли доводиться добувати воду з таких ґрунтів, як пливуни, використання яких пов'язане з певними труднощами будівельного і експлуатаційного характеру.

Пливуни — це дрібнозерністі піски, переважна величина фракцій в яких менша як 0,20 мм і зерна яких кутасті, тобто мають дуже розвинуту поверхню.

Пливкі властивості виявляються в пливунів лише тоді, коли вони бувають насичені водою.

Проведені досліди свідчать, що фільтри малих опорів (дзвінні) зовсім непридатні для пливунів. В цьому ґрунті можна використовувати лише гравійні і сітчасті фільтри.

Таким чином каптуючими спорудами для пливунів будуть трубчасті і шахтові колодязі, при чому шахтові колодязі обов'язково треба використовувати з гравійними фільтрами.

Щоб уникнути чималих технічних труднощів при влаштуванні гравійних фільтрів, їх краще робити на дні шахтового колодязя, а не за стінами його.

Можна також влаштовувати відсіпні фільтри всередині шахти в кільцевому просторі, що утворюється дірчастими стінами основного шахтового колодязя і дірчастим внутрішнім циліндром, опущеним в колодязь у межах шару води.

При глибині до 25 м можна влаштовувати трубчасті колодязі з гравійним фільтром і шахтові колодязі; коли ж переважний розмір фракцій становить не менш як 0,10 мм, тоді можна використовувати і сітчасті фільтри.

При більшій глибині влаштовуються трубчасті колодязі з сітчастим або гравійним фільтром залежно від розміру зерен пливуну.

§ 14. Будівельне викачування

Перед тим, як пустити в експлуатацію свердловий або шахтовий колодязь, треба провести так зване будівельне викачування.

Завдання будівельного викачування полягає в тому, щоб висмоктати дрібний пісок з ґрунту, який оточує колодязь; при цьому навколо приймальної частини колодязя утворюється природний фільтр з матеріалу, що складається з більших зерен.

В свердлових колодязях будівельне викачування триває протягом 2—3 діб і провадиться з видатністю, в кілька разів більшою за видат-

ність колодязя при нормальній експлуатації. При будівельному викачуванні використовується насос Летестю, штанговий поршневий насос і т. ін. У шахтових колодязях будівельне викачування провадиться за кілька послідовних заходів: спочатку викачують всю воду з шахтового колодязя, потім перестають качати і дають колодязю наповнитися водою, після чого знову починають викачувати; роблять так доти, доки виміється весь дрібний пісок і почне текти прозора некаламутна вода. Після цього з дна шахтового колодязя треба видалити випалий пісок. Як тільки закінчиться будівельне викачування і в колодязі будуть встановлені насос, труби і т. ін., його можна пускати в експлуатацію.

§ 15. Визначення дебіту підземних вод

Перед тим, як влаштовувати підземні водозбори, треба провести гідрогеологічне розвідування, щоб визначити наявність підземних вод, залягання їх, потужність і видатність водоносного шару. Через те, що об'єм сільського водопостачання звичайно буває не дуже великий і через те, що не завжди можна провадити дороге гідрогеологічне розвідування, треба максимально використовувати всі наявні дані про підземні води прилягаючого району (відомості про глибину і видатність існуючих свердловин або колодязів, дані свердлового журналу і т. ін.). Гідрогеологічні карти дають орієнтовні вказівки про те, чи можна добути в тій або іншій місцевості підземні води.

З результатів пробного викачування можна точно встановити кількість води, яка подається свердловиною в даний момент, але чи залишиться ця кількість однаковою протягом довгого часу, на це питання часто буває важко відповісти навіть після проведення гідрогеологічних розвідувань.

§ 16. Горизонтальні водозбори

Горизонтальні водозбори роблять для каптажу неглибоко залягаючого, широкого, але не товстого ґрунтового потоку, здебільшого в алювіальних відкладах річок. Товщина шару, який каптується горизонтальними водозборами, звичайно не буває більшою за 5 м, а водонепроникна підшва залягає не глибше як 10 м від поверхні землі.

Горизонтальний каптаж роблять у вигляді збирних галерей, кам'яних і бетонних штолень, ганчарних і металічних дренажів. Напряму водозбирної лінії мусить бути перпендикулярний до напряму ґрунтового потоку. Лінію каптажу слід закладати по можливості в найнижчих місцях водотривкого шару, щоб забезпечити максимальний дебіт каптажу.

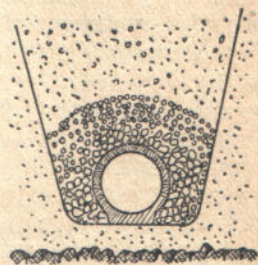
Слід розрізняти горизонтальні каптажі, які не можна оглянути з середини, і каптажі прохідні.

Прохідні горизонтальні галереї, заввишки не менш як 1,6 м і завширшки не менш як 0,7 м, мають ряд переваг перед непрохідними каптажами, але через те, що будова їх дуже складна і вони коштують

дорого, звичайно не використовуються для сільського водопостачання.

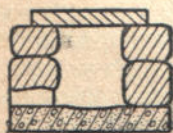
Щоб горизонтальні водозбори захоплювали якнайбільше ґрунтової води і не осідали, їх доводять до водонепроникного шару.

Для приймання води стіни водозборів роблять дірчастими; загальна площа дірок має бути така, щоб можна було пропустити всю потрібну кількість води з швидкістю, не більшою за швидкість розмивання ґрунту (див. графік Тіма). Отвори роблять круглі або щілиновидні; мінімальний вимір їх не повинен бути менший як 8 мм (щілиновидні отвори звичайно роблять 10 мм завширшки і 100 мм завдовжки; іноді їх трохи розширюють до середини труби). Щоб водозбір не був занесений дрібними частинками ґрунту, навколо нього насипають шар відбирного щебеню, розміри якого мають зменшуватися в міру віддалення від труби. На фіг. 79 наведений один з видів такої обсіпки. Зовні водозбір обкладений шаром битого каменя, завбільшки 10—15 см. Товщина цього шару має становити від 15 до 25 см; вістря каменів мусять бути обернені до осі водозбору. За цим шаром іде шар щебеню або великого хряща, завтовшки від 15 до 25 см, і, нарешті, шар хряща, завтовшки близько 10 см, розмір зерен якого приблизно становить 10 мм.

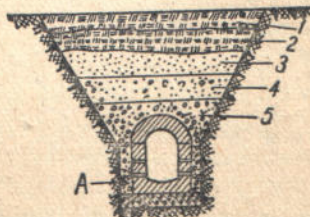


Фіг. 79.

При дуже незначній глибині залягання водозбору (меншій як 5 м) рекомендується укладати вище горизонту високих вод шар піску, а по ньому шар глини, замішаної з піском (земляного бетону), завтовшки



Фіг. 80.



Фіг. 81.

від 0,3 до 0,5 м. При цьому треба вжити відповідних заходів до того, щоб відводилася вода з поверхні цього шару. Щоб легко було чистити ті водозбори, в середину яких не можна зайти, діаметр їх бажано робити не менший як 30—40 см.

Чистяться водозбори через оглядові колодязі, які встановлюються на віддалі 50—100 м один від одного. Дно оглядових колодязів роблять на 0,5 м нижче водозбору для того, щоб піщинки, які потрапляють у водозбір, могли випасти в колодязь. Посередині лінії водозбору влаштовують збирний колодязь, з якого і забирається вода. Щоб можна було, коли це потрібно, перекрити праву або ліву вітку водозбору, треба встановлювати засувки; для цього в стіни збирного колодязя слід закладати спеціальні патрубки (чавунні або залізні).

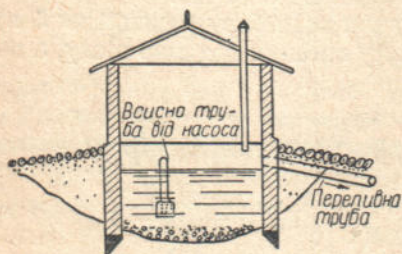
Найпростіший тип водозбору наведений на фіг. 80. Складається він з кам'яної сухої кладки з щебеневою обсіпкою, в якій залишаються прозори для приймання води. Замість каменя можна використовувати добре випалену цеглу, яка укладається в сосонку і між якою залишаються прозори для приймання води. Зрозуміло, що згадані споруди досить важко чистити і оглядові колодязі тут мало чим допоможуть.

На фіг. 81 поданий водозбір, викладений з цегли на цементному розчині і поставлений на шарі бетону, завтовшки близько 300 мм. У стінах водозбору зроблені отвори на 20 мм, що мають вигляд швів. Зовні стіни водозбору до п'ят склепіння обсіпані фільтруючим матеріалом — гравієм А. Зверху ж водозбору покладені такі шари: 5) ґрунту, з якого складається водоносний шар, 4) великого піску, 3) дрібного піску, 2) глини і 1) поверхневого ґрунту.

Горизонтальні водозбори повинні мати похил до збирного колодязя, який би забезпечував достатню пропускну здатність при даній витраті і визначеному перерізі.

§ 17. Каптаж джерел

За характером свого виходу на поверхню джерела поділяються на: а) висхідні, в яких вода виходить струминками на рівному місці



Фіг. 82.

з вапняків, галечників або пісків і утворює неглибокий джерельний басейн — колодязь, б) низхідні, в яких вода виступає на схилах гір, ярів і підходить до поверхні землі по трохі похилих жилах і про- шарках.

Щоб одержати джерельну воду, роблять спеціальні камери, що називаються каптажем. Каптаж мусить бути місцем, в якому збирається і розподіляється джерельна вода, що виходить з ґрунту. Крім того,

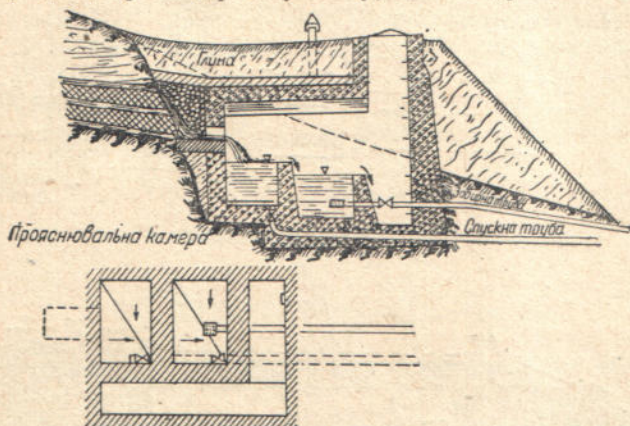
каптаж повинен захищати цю воду від забруднення зовні. Щоб уникнути підпору джерела, треба відводити з каптажу зайву воду. Робити це треба тому, що підпір зменшує дебіт джерела; крім того, вода може промити інший хід і піти мимо каптажу.

Каптуються висхідні джерела звичайно колодязями. Площа колодязя повинна охоплювати всі джерела. Якщо ж їх є багато, то в таких випадках доведеться робити дуже великий колодязь. Звичайно ж вихід джерела займає небагато місця і вміщується в 1,5—2 м площі колодязя. На рівні землі в стіні колодязя роблять отвір, через який має вилитися вода, коли її забирають менше, ніж дає джерело (фіг. 82). У нас дуже часто до джерел питної води ставляться неухважно: біля колодязя буває дуже грязько і брудна вода просочується в нього.

Перша санітарна вимога, яка ставиться до колодязя, полягає в тому, щоб ґрунт навколо нього був підвищений і викладений камін-

ням на цементному розчині. Другою вимогою є влаштування над колодязем кришки, що захищатиме його від будьякого забруднення, і третьою — це підймання води тільки насосом. При черпанні відрами можна заразити всю воду в колодязі, а через неї і все населення.

Приклад каптування низхідного джерела зображений на фіг. 83. Каптажна камера опущена в водонепроникний ґрунт перпендикулярно до водонесних шарів і приймає в себе ту воду, що каптується, або через прилягаючу до джерела дірчасту стіну, або по дренажній трубі.



Фіг. 83.

На фіг. 84а і б подана джерельна каптажна камера. Стіни цієї камери продовжені у вигляді укисних крил. Цей тип камери можна влаштовувати тоді, коли джерело виходить на денну поверхню набагато вище населеного пункту і коли треба використати всі наявні спади. Джерельний потік має бути прикритий шаром ґрунту 3—4 м завтовшки, бо найменша товщина шару ґрунту, при якій може очиститися вода, що просочується через даний ґрунт, становить 4 м, та й то в дрібному піщаному ґрунті. Тому що вода, яка стікає в камеру, несе з собою деяку кількість піску, камера поділяється на два відділи. Перший відділ служить для виділення піску (пісколовка) і з нього вода переливається в другий відділ, звідки вона відводиться до місця споживання по забірній трубі, яка має сітку.

Щоб можна було спустити всю воду в тих випадках, коли треба буде оглянути, почистити або ремонтувати камеру, влаштовують спускную трубу з засувками, яка відходить від найнижчого місця камери. До цієї спускної труби за засувкою приєднується переливна труба. Щоб у камеру не могла проникнути забруднена вода, природний ґрунт вибирається і замінюється утрамбованою глиною. Для вентиляції у підвищеній частині перекриття камери встановлюють вертикальну трубу, що виступає з обсіпки камери і перекривається зверху ковпаком. На фіг. 85 зображений спосіб каптування, що полягає у перехоплюванні ґрунтового потоку кам'яним горизонтальним дренажем, розміщеним нижче підшви гори, і відведенні його у збирну каптажну камеру.

Нижче лінії дренажу зроблений глиняний замок.

У колгоспах іноді неохайно і антисанітарно користуються джерелами, в результаті чого забруднюють їх. Наприклад, у колгоспах Істринського і Соляногірського районів Московської області було встановлено хемічне і бактеріальне забруднення більшості обслуговуваних джерел, при чому всі ці джерела були або зовсім непорядковані, або впорядковані дуже незадовільно. Вода забиралася безпосередньо з джерел власними відрами колгоспників. При обслідуванні 140 джерел Воловського району Московської області також було встановлено, що вони забруднювалися поверхневими дощовими водами, які стікали з вулиць колгоспів, а також водою, якою пралась білизна і напувалася худоба.

У тих же колгоспах, де був влаштований правильний каптаж і правильно користувалися джерелами, населення мало чисту, здорову воду, що цілком задовольняла всі вимоги щодо кількості і якості її¹.

РОЗДІЛ IV

§ 18. Зони санітарної охорони

Зони санітарної охорони водних джерел встановлюються при всіх водопроводах, що живляться водою з поверхневих (річок, озер і інших відкритих водойм) і підземних джерел (струмків, джерел, свердловин і т. ін.).

Зони санітарної охорони джерел визначені за статтею 3 постанови РНК РРФСР від 6/VII — 1928 р. для того, щоб можна було охороняти водні джерела від забруднення і змін їх якісного та кількісного складу, а також охороняти всі споруди водопроводу і довколишні водні джерела та водні споруди місцевості від змін і порушень, які можуть шкідливо вплинути на водні джерела, роботу водних споруд і склад води, що нею постачається населення.

До зони санітарної охорони повинні входити водні джерела, водні споруди, водопроводи і місцевість, яка оточує і пов'язана з водними джерелами і водними спорудами. Зона санітарної охорони, залежно від характеру запроваджуваних заходів і ступеня санітарного нагляду, ділиться на окремі частини:

А — «зону суворого режиму»,

Б — «зону обмежень»,

В — «зону нагляду».

«Зона суворого режиму» повинна охоплювати водне джерело в тому місці, де забирається вода для водопроводу, водні споруди (насосні станції, очисні споруди), установки з територією, яка безпосередньо прилягає до них, при чому вся територія, що входить до цієї зони, має бути обгороджена.

В межах зони проживати взагалі забороняється (з особливого дозволу жити там можуть лише службовці та робітники водопроводу);

¹ «Санитарное благоустройство колхоза», збірник статей за редакцією А. Н. Сісіна, — Центр. гос. институт коммун. санитарии и гигиены, Наркомздрав РСФСР, 1936 р.

не дозволяється там також будувати споруди, що не мають безпосереднього відношення до водопроводу; крім того, на територію зони забороняється заходити стороннім особам і т. ін.

«Зона обмежень» охоплює водне джерело, інші джерела, що пов'язані з ним і впливають на якість його води, і територію, яка оточує і впливає на ці джерела.

У межах цієї зони запроваджуються особливі обмеження, які запобігають можливому забрудненню джерела.

«Зона нагляду» охоплює територію, що межує з «зоною обмежень» і може при дуже несприятливих умовах посередньо вплинути на водойму.

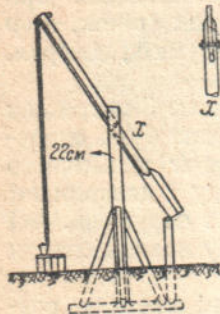
Санітарні заходи по зонах виконує санітарна інспекція.

РОЗДІЛ V

ВОДОПІДЙМАЛЬНІ СПОРУДИ В РАДГОСПАХ І КОЛГОСПАХ

§ 19. Найпростіші (немеханізовані) водопідйоми

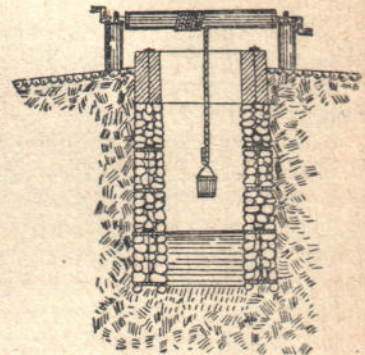
Водопідймальні споруди в радгоспах і колгоспах бувають двох видів — споруди, в яких застосовується мускульна сила людини або тварин, і споруди з механічними двигунами.



Фиг. 86.

Перша група водопідймальних споруд є більш поширеною зараз, але в майбутньому вона буде витіснена механічними двигунами.

Залежно від витрачуваної потужності N на підймання води, використовувати установки можна орієн-



Фиг. 87.

товно поділити на такі види:

$N \leq 1/15$ к. с. — можна використовувати ручну качалку для 8-годинної роботи однієї людини

$N = 1/6$ к. с. — можна використовувати ручну качалку для короткочасної роботи однієї людини,

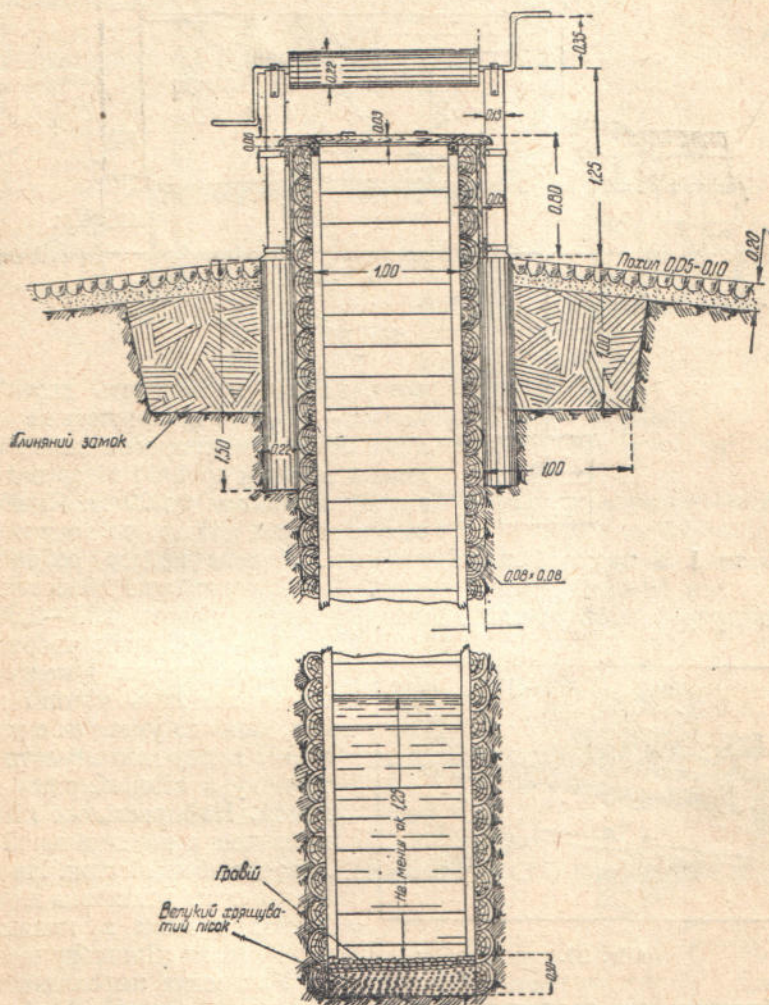
$N = 1/3$ к. с. — можна використовувати ручну качалку для короткочасної роботи двох людей,

$N = (1/2 - 1/3)$ к. с. — кінний привод,

$N \geq 1/2$ к. с. — механічний двигун.

Найпростішими спорудами для підймання води з колодязів без застосування механічного двигуна є журавель, коловорот, вал з маховим колесом, вертикальний коловорот або кабестан, кінний привод, найпростіша важільна качалка. Журавель і коловорот є найменш досконалими серед них як з санітарного погляду, так і щодо витрачуваних на підймання води часу і сил.

Журавель складається з стовпа, вкопаного в землю на 1,5 м, і залізної осі, на якій обертається важіль. До кінця коромисла підвішується короткий ланцюг з дерев'яною жердиною — штангою, до якої наглухо прикріплюється цебер (фіг. 86).

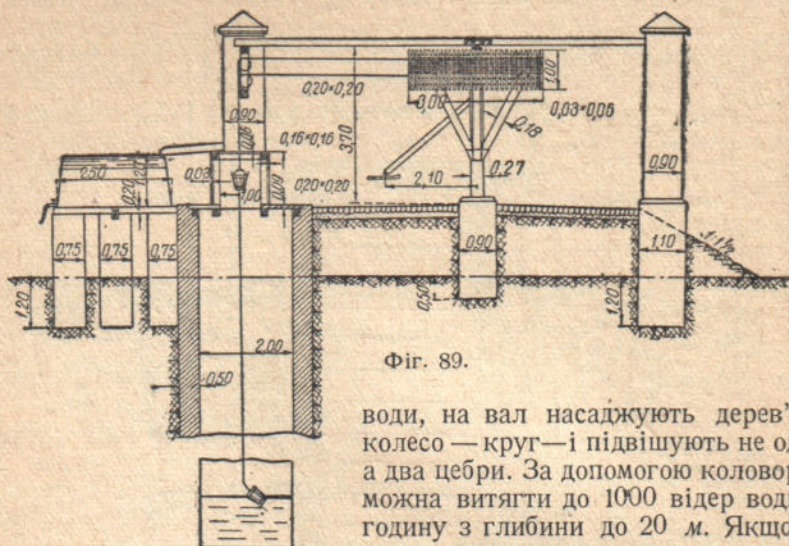


Фіг. 88.

За допомогою журавля можна підіймати не більш як 150 відер води за годину з глибини не більш як 10 м.

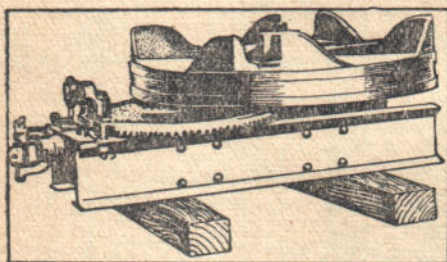
Коловорот (фіг. 87 і 88) також широко використовується для підіймання води в польових умовах. Діаметр вала коловороту — 22—27 см; довжина рукоятки — 0,35—0,45 м; висота осі вала над поверхнею землі — 0,8—1,10 м. Використовується горизонтальний

коловорот тоді, коли вода підіймається з глибини не більшої як 20 м. Стойки коловорота вкопуються в землю на віддалі 30—40 см від стін колодязя. Щоб збільшити видатність і полегшити підймання



Фиг. 89.

води, на вал насаджують дерев'яне колесо — круг — і підвешують не один, а два цебри. За допомогою коловорота можна витягти до 1000 відер води за годину з глибини до 20 м. Якщо на валу є махове колесо, то воду можна підймати і з трохи більшої глибини. Махове колесо роблять з трьох рядів 50-міліметрових дощок. Щоб зручно було обертати, до колеса приробляють ручки. Діаметр колеса становить 1,75—2,50 м.

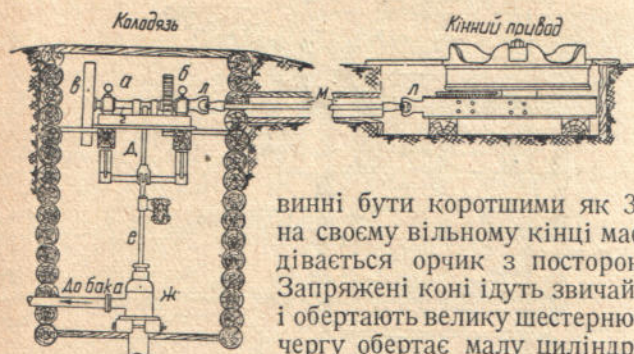


Фиг. 90.

На пасовищах тваринницьких радгоспів і колгоспів використовують кінний привід, якщо за умовами експлуатації важко влаштувати установку з стаціонарним двигуном. Найпростішим кінним приводом є вертикальний коловорот або кабестан. На фиг. 89 наведена установка для підймання води з колодязя, устаткована кінним приводом.

Установка ця складається з укріпленого на вертикальному валу колеса, зовнішній діаметр якого становить 3 м і яке приводиться в рух кінною тягою. Вода підіймається 5—6-відерними цебрами. Біля колодязя є дерев'яний бак з кришкою; до крана в стіні бака приєднується шланг для наповнення бочок. Вода з підійнятого наповненого цебра виливається в лоток руками. Такі установки використовуються лише для підймання незначної кількості води. При великих же кількостях води слід влаштовувати установки, устатковані поршневими насосами.

На фіг. 90 зображений досконаліший тип кінного привода для передачі руху від живого двигуна на горизонтальний вал. Робота такого кінного привода відбувається так: до верхнього великого колеса прикріплюють болтами дерев'яні вирла за числом коней; щоб тварини не дуже швидко стомлювалися, вирла не повинні бути коротшими як 3,5 м. Кожне вирло на своєму вільному кінці має крюк, на який навівається орчик з посторонками для упряжі. Запряжені коні ідуть звичайним кроком по колу і обертають велику шестерню. Ця шестерня в свою чергу обертає малу циліндричну шестерню і велику конічну. Велика конічна шестерня передає рух горизонтальному валу через малу конічну шестерню. Горизонтальний вал кінних приводів завжди закінчується шарніром Гука, при якому буває непотрібний старанно вивірений горизонтальний фундамент. Живий двигун (кінь) може працювати не більш як 8 годин на добу.



Фіг. 91.

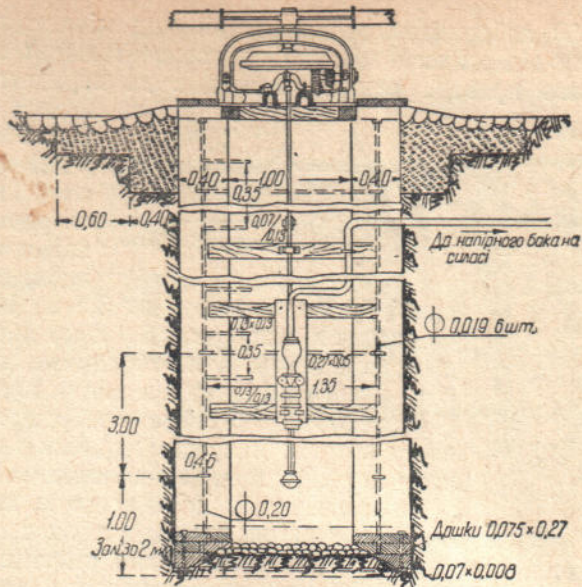
При одному обході двокінного привода вирло робить звичайно 19 обертів на горизонтальному валу, або 47 обертів за хвилину. При одному обході чотирьокінного привода вирло робить до 38 обертів за хвилину, або 96 обертів на горизонтальному валу.

У таблиці 24 наведені дані про підймання води кінним приводом за 1 хвилину, при чому вважається, що кінь робить лише $2\frac{1}{2}$ обходи за хвилину.

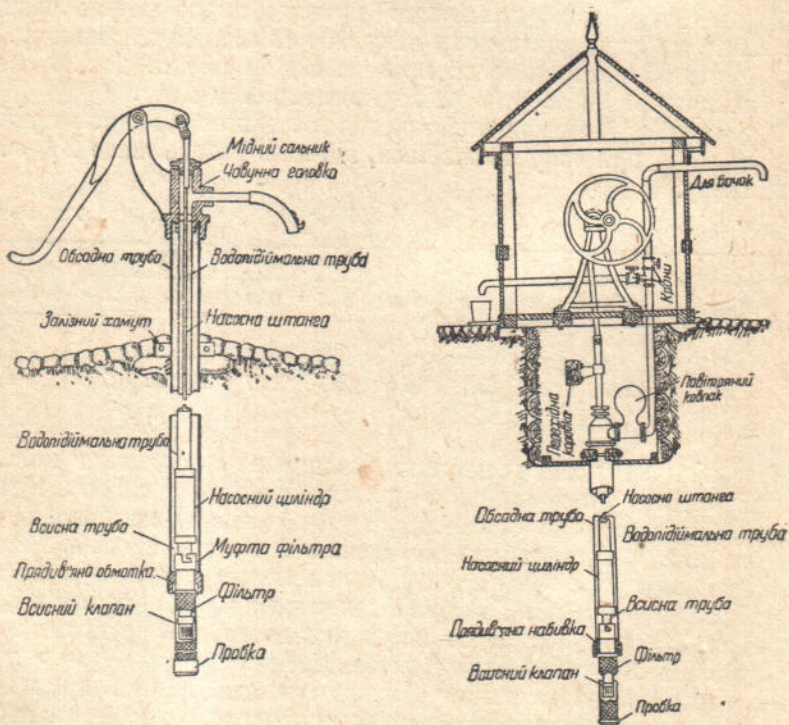
Таблиця 24

При роботі коней	1		2		3		4		
	в л	в м	в л	в м	в л	в м	в л	в м	
Від	34	54	56	54	88	45	130	54	} л на ви- соту в м
До	227	9,2	227	16,4	227	21,7	227	30,5	

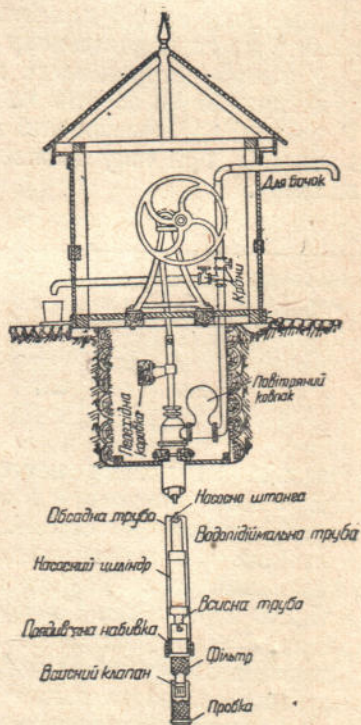
На фіг. 91 подана насосна установка свердлового колодезя, механізм якої приводиться в рух за допомогою кінного привода. В шурфі колодезя на особливих брусах і помості встановлена насосна лебідка *а* з зубчастою передачею *б* і маховиком *в*. Колінчастий вал лебідки *г* зчленований за допомогою шатуна *д* з штоком *е* перехідної коробки *ж*. Головний вал насосної лебідки закінчується шарніром Гука *л*. Від цього шарніра в дерев'яній трубі під землею прокладений сполучний вал *м*, який другим шарніром Гука *л* з'єднаний з горизонтальним валом кінного привода. Кінний привод встановлюється на такій віддалі від шурфу колодезя, що дорівнює довжині вирла плюс ширина проходу для коней. Шурф колодезя і заглибина,



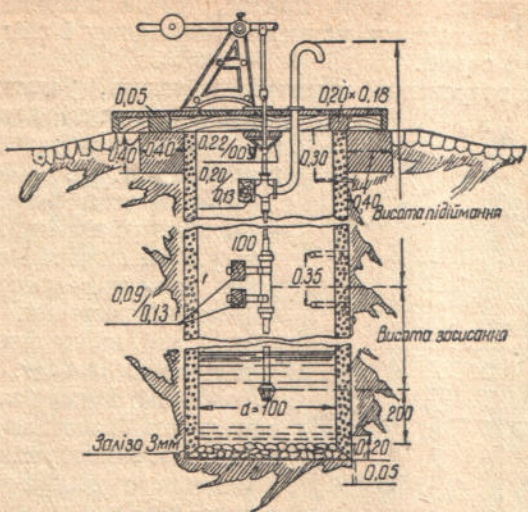
Фиг. 92.



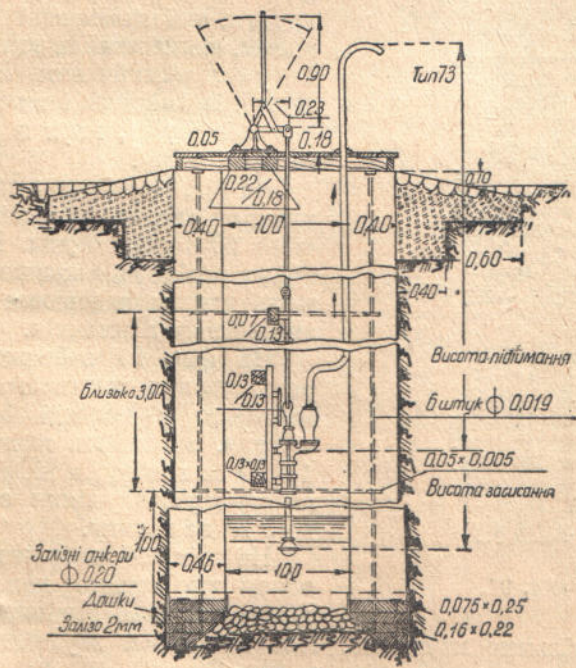
Фиг. 93.



Фиг. 94.



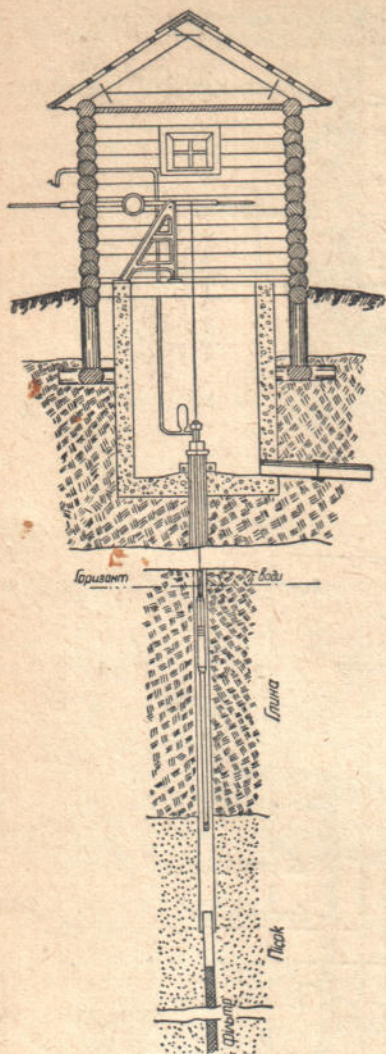
Фиг. 95.



Фиг. 96.

в якій знаходиться кінний |привод, |треба закривати здійнятими щитами. Щоб захистити установку від дощу і снігу, над нею будують дощаний сарай.

На фіг. 92 зображений шахтовий колодязь, устаткований кінним приводом, і деякі деталі влаштування його, встановлення насосного циліндра і т. ін.



Фіг. 97.

сирною важільною качалкою. Над колодязем збудована дерев'яна будка з виведенням через стіну водорозбором.

На фіг. 98 зображений поршневий насос, який встановлюється на стіні шурфу. Циліндр насоса змонтований на дерев'яній рамі,

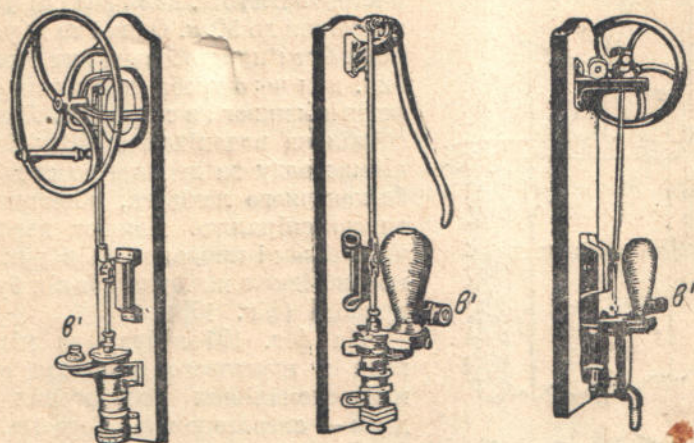
Щоб дістати незначну кількість води з малої глибини за допомогою мускульної сили людини, досить широко використовуються важільні і балансирні качалки. В санітарному відношенні ці споруди є досить задовільними. На фіг. 93 зображений неглибокий колодязь, устаткований важільною насосною качалкою з колонкою. Устаткування складається з насосного циліндра простої дії, всисної труби, приймального клапана і нагнітної труби. На цю останню трубу нагвинчений насосний циліндр. Всередині нагнітної труби від поршня циліндра проходять поршневі штанги, які зчленовані вгору з важелем, що передає їм хитальний рух. Всі ходи поршня вниз є холостими. Вода підіймається і виливається через відвід тоді, коли поршень посувається вгору.

На фіг. 94 наведене насосне устаткування свердлового колодязя, над яким збудована будка. На рисунку видно повітряний ковпак, який служить для вирівнювання подавання і зм'якшення поштовхів.

На фіг. 95 зображене насосне устаткування шахтового колодязя з качалкою у вигляді балансирного важеля, видатність якого становить $1,6 \text{ м}^3$ за годину, а на фіг. 96 подане це саме устаткування з видатністю до 3 м^3 за годину.

На фіг. 97 зображене устаткування трубчастого колодязя поршневим насосним циліндром з балан-

прикріпленій до стіни. На цій же рамі укріпленій напрям для штока. Повітряний ковпак встановлений на коробці з клапанами. Насосний циліндр під час кожного ходу і засисає і нагнітає воду. Всисна труба опускається в колодезь, а нагнітна труба приєднується до фланця δ' .



Фіг. 98.

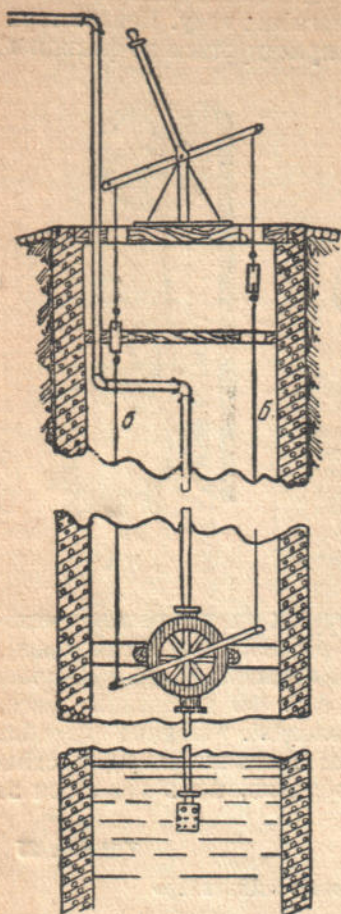
Для підймання ручним способом, а також за допомогою механічного двигуна (що, проте, буває значно рідше), з успіхом можна використовувати крильчасті насоси системи «Альвейер», які коштують дешево і мають просту конструкцію. На фіг. 99 наведений насос «Альвейер», встановлений у шахтовому колодезні. Чавунна коробка насоса прикріплена болтами до бруса, кінці якого вмуровані у стіни колодезя. До осі насоса прикріплено коромисло, що з'єднується за допомогою тяг δ з качалкою.

Таблиця 25

Таблиця розмірів і видатності насосів «Альвейер»

	Номера насосів								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Діаметр всисних і нагнітних труб (в мм)	13	20	25	32	32	40	40	50	50
Видатність в л/хв. при 45 ходах поршня	9	13,5	20	27	30	51	77	98	142
Підймальна висота (в м)	45	28	19	14	10	7,5	5	4	2,7
Діаметр корпусу (в мм)	90	105	122	144	160	186	215	240	270
Вага насоса (в кг)	5	6	8,5	11,5	14	17,5	21	31,5	36

Для підймання води з шахтових колодязів використовуються ланцюгово-спіральні водопідйоми. Ці підйоми мають просту будову, їх легко доглядати і ремонтувати і можна використовувати тоді, коли вода підіймається з глибини до 50 м. Одна і та ж установка може бути пристосована для різних глибин, для чого треба подовжити або вкоротити ланцюги з спіраллю. Ланцюгово-спіральна водопідйома «Шен-Елліс» підіймає воду за допомогою спеціального безконечного ланцюга, обвинутого дрютиною спіраллю. Ланцюг перекинутий через блок і приводиться в рух звичайною лебідкою від руки або від будь-якого привода (фіг. 100).



Фіг. 99.

На фіг. 101 зображено підймання води з шахтового колодязя однією з найдосконаліших ланцюгових водопідйм — елеватором М. Cornella.

Ланцюг являє собою своєрідну сталю стрічку, що утворює наче окремі чашечки, які, опускаючись у воду, наповнюються нею і при достатній швидкості руху стрічки підіймають воду на досить значну висоту (до 50 м). Коефіцієнт корисної дії елеватора досягає 0,90, а повний коефіцієнт корисної дії установки — 0,75.

Насосні установки для підймання води з колодязів, що роблять за допомогою механічних двигунів, в основному бувають таких видів:

1) штангові поршневі насоси, що приводяться в дію електромотором за допомогою лебідкового механізму, нафтовим

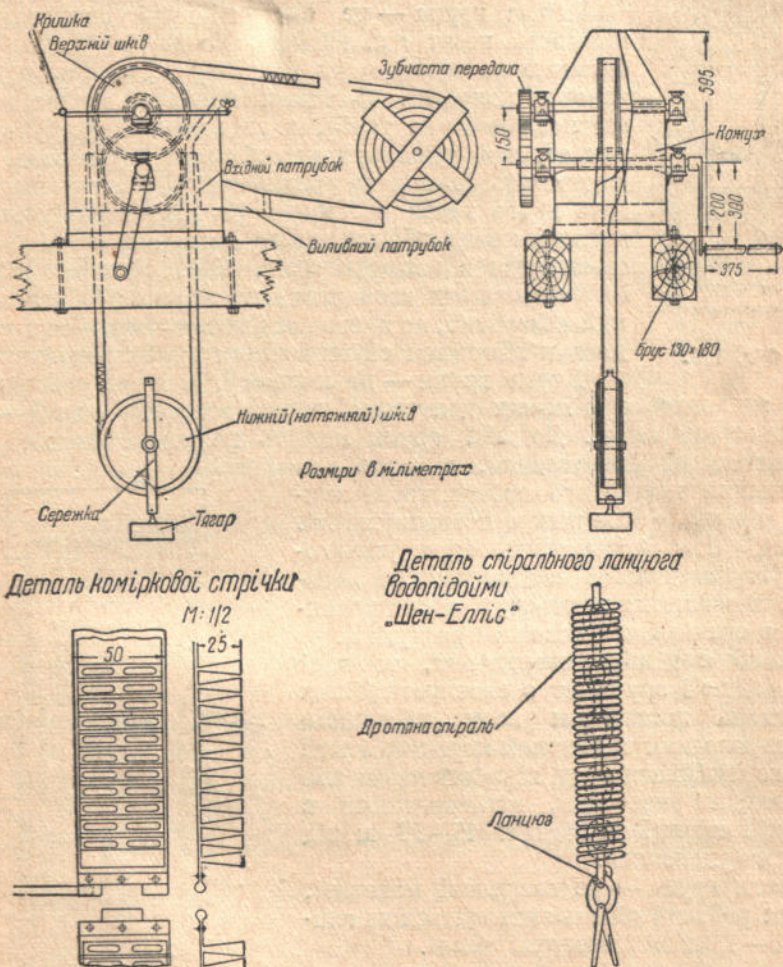
двигуном, трактором, локомотивом, паровим циліндром;

Таблиця 26

Видатність насоса системи «Шен-Елліс»

Ручні насоси			Приводні насоси		
Глибина до рівня води (в м)	Зовнішній діаметр спіралі (в мм)	Видатність (в л/хв)	Глибина до рівня води (в м)	При діаметрі ланцюга 40 м	При діаметрі ланцюга 25 мм
1—8	40	65	10	164	139
10	35	49	20	162	135
15	32	32	30	157	131
22	27	24,5	40	150	129
35	24	19,7	50	147	126

- 2) відцентрові насоси з горизонтальним валом, що приводяться в дію електромотором або нафтовим двигуном;
- 3) відцентрові насоси з вертикальним валом, опущені в свердловину, і з електромотором над свердловиною;
- 4) відцентрові насоси, так звані артезіанські, або опущені насоси з електромотором у свердловині;



Фиг. 100.

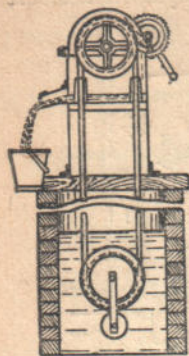
5) ерліфти, що роблять за допомогою стисненого повітря від компресора;

6) струминні насоси (ежектори), що роблять переважно на напірній воді, але можуть робити і парою;

7) сифонна водопідійма, дія якої зводиться власне не до підймання води на поверхню, а до транспортування води з багатьох

колодязів в один збирний; рушійною силою є різниця тисків, що створюється в результаті викачування води із збирного колодязя.

Залежно від положення робочого рівня використовується те або інше устаткування свердлових колодязів. Підймання води в свердлових колодязях можна поділити на п'ять основних груп.



Фіг. 101.

Перша група — це самовитікаючі свердловини; кількість води, яка витікає, або дорівнює або буває більшою за вираховану потрібну кількість води в даному колодязі. В таких випадках водопідйоми встановлювати не треба, а слід лише потурбуватися про те, щоб уникнути недоцільних втрат води, які призводять інколи до зменшення підземних запасів. Для цього треба поставити регулятор витікання у вигляді крана або висувного патрубку, що підвищує стовп води в колодязі (фіг. 102). Коли є кілька самовитікаючих свердловин, то можна зробити збирний резервуар, до якого вода підводиться з свердловин збирними самопливними трубопроводами.

Друга група — це колодязі, в яких робочий рівень знаходиться в межах допустимої висоти всисання — за 5—6 м від поверхні землі. До цієї групи можуть належати також такі самовитікаючі свердловини, в яких для досягнення потрібного дебіту треба знизити рівень до 6 м нижче поверхні землі.

Такі колодязі можуть бути устатковані поршневими і відцентровими насосами, що встановлюються над свердловинами в спеціальній насосній надбудові.

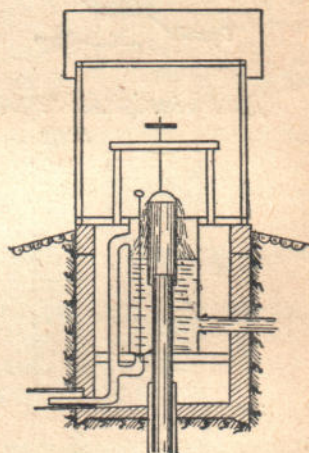
Якщо є кілька свердловин, то тоді економічніше і зручніше з експлуатаційних міркувань доставляти воду сифонними трубопроводами в збирний колодязь і вже з нього підіймати воду відцентровими або поршневими насосами, встановленими в насосній станції на віддалі 15—20 м від збирного колодязя.

Третя група — це свердлові колодязі, в яких робочий рівень знаходиться на глибині 8—12 м від поверхні землі.

Якщо є кілька свердловин, то аналогічно до попереднього випадку воду доцільно подавати сифонними трубопроводами в збирний колодязь і вже з нього підіймати її насосами насосної станції.

Коли ж є одна або дві свердловини, то потрібно збудувати над ними шахти і встановити в них відцентрові або поршневі насоси.

Четверта група — це свердловини, в яких горизонт вод знаходиться від поверхні землі на глибині 10—25 м. В таких випадках над свердловинами іноді роблять колодязі, завглибшки від 6 до 20 м,



Фіг. 102.

і в них встановлюють насоси. Звичайно ж при такій глибині вода підіймається глибоководними насосами.

П'ята група— це свердлові колодязі, в яких робочий рівень знаходиться далі, як за 25,0 м від поверхні землі. Вода з таких колодязів підіймається глибоководними насосами, що встановлюються в свердловині, штанговими поршневими і відцентровими насосами з вертикальним валом і електромотором, які встановлюються над свердловиною, або опущеними електронасосними артезіанськими агрегатами (які ще в нас не виготовляються), а також ерліфтами.

Наведені попереду типи водопідймальних споруд використовуються в свердловинах. Аналогічні установки можна встановлювати й в шахтових колодязях.

§ 20. Штангові поршневі насоси

Штангові поршневі насоси є одною з найпоширеніших установок для підймання води з трубчастих і шахтових колодязів. При невеликих витратах води ці насоси дають найвищий коефіцієнт корисної дії. Штангові насоси бувають простої й подвійної дії. Якщо читач захоче детально ознайомитися з штанговими поршневими насосами, хай він прочитає спеціальні роботи про насоси і насосні установки¹. В цій же книзі ми обмежуємося лише коротким описом цих насосів.

Штанговий насос простої дії (фіг 103), складається з таких частин:

1) частин, що опускаються в свердловину:

а) насосного циліндра з прохідним поршнем і шкіряними манжетами, перехідними муфтами, всисним і нагнітними клапанами і поршневим штоком;

б) всисної труби з храпком;

в) водопідймальних (нагнітних) труб з муфтами;

г) насосних тяг (штанг) з муфтами;

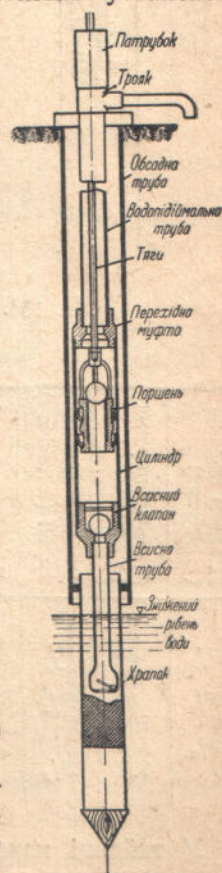
2) частин, що встановлюються на землі:

а) перехідної сальникової коробки (патрубка) з полірованим штоком;

б) відвідної труби (тройака), що іде від перехідної сальникової труби до того місця, де розбирається вода;

в) механізму для качання (насосної лебідки) або балансиру.

На фіг. 103 зображений штанговий насос простої дії і подана номенклатура окремих його частин. Коли в насосному циліндрі простої дії поршень рухається вгору, тоді вода засисається через всисний клапан і заповнює циліндр; та ж вода, що

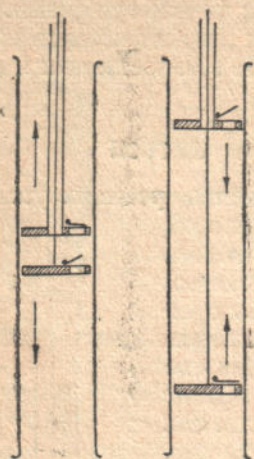


Фіг. 103.

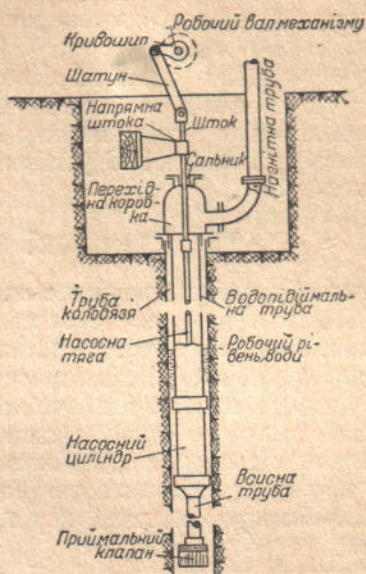
¹ Малишевский, «Насосные станции», ОНТИ, 1934 р.

знаходиться під поршнем, підіймається по водопідіймальній і нагнітній трубах; коли ж поршень рухається вниз, то вода проходить через нього і нагнітний клапан і надходить у водопідіймальну трубу над поршнем; при цьому всисний клапан закритий.

Розміри і видатність циліндрів простої дії в л/год при 45 ходах за хвилину така:



Фиг. 104.

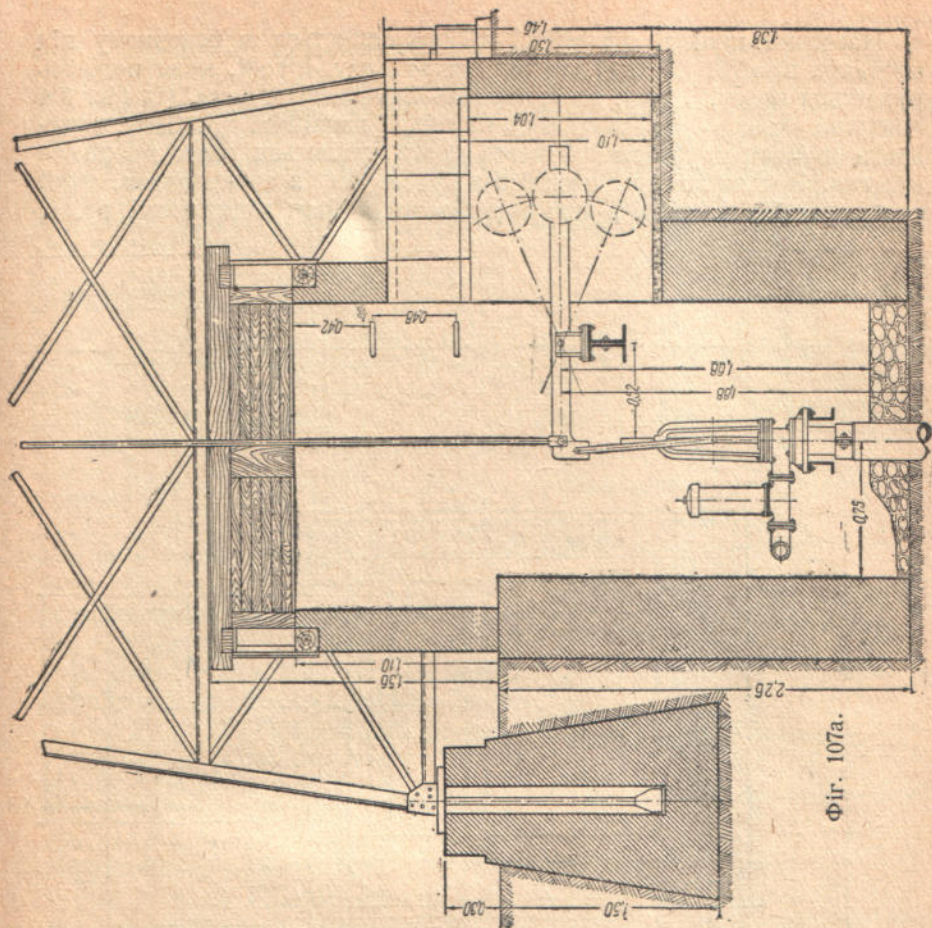


Фиг. 105.

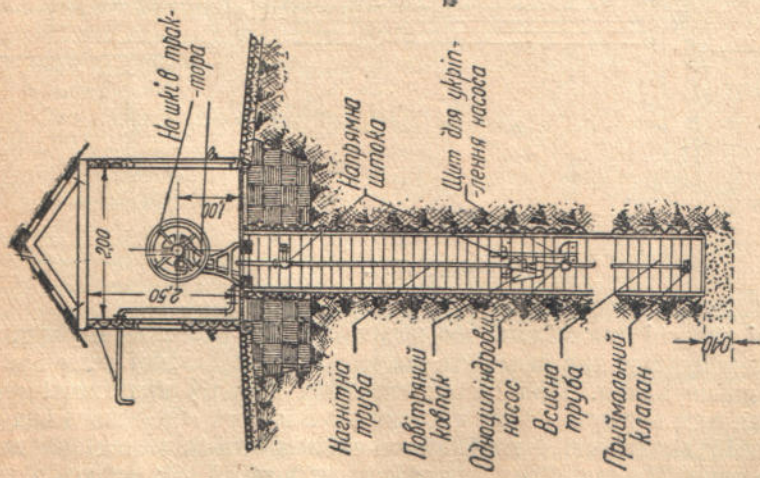
Таблиця 27

Діаметр поршня (в дюймах)	Діаметр поршня (в мм)	Діаметр всисної труби (в дюймах)	Діаметр всисної труби (в мм)	Діаметр насосних тяг з газових труб (в мм)	Діаметр нагнітної труби (в дюймах)	Найбільший зовнішній діаметр циліндра (в мм)	Довжина ходу поршня (в дюймах)	Довжина ходу поршня (в мм)	Теоретична видатність за годину (в відрах)	Теоретична видатність за годину (в літрах)
2	51	1	25,4	9	1 ¹ / ₄ —2 ¹ / ₂	72—85	10	254	115	1380
2 ¹ / ₂	63	1 ¹ / ₄	33	9	1 ¹ / ₂ —3	85—98	10	254	175	2100
3	76	1 ¹ / ₂	38	12	2—3 ¹ / ₂	100—111	10	254	225	3060
3 ¹ / ₂	89	1 ¹ / ₂	38	12	2—4	115—125	10	254	345	4140
4	102	2	51	19	2 ¹ / ₂ —4 ¹ / ₂	129—139	10	254	450	5400
4 ¹ / ₂	114	2	51	25	2 ¹ / ₂ —5	143—154	10	254	570	6840
5	127	2 ¹ / ₂	63	25	3—5 ¹ / ₂	158	10	254	710	8520

У таблиці наведена теоретична видатність насосних циліндрів. Для одержання фактичної видатності треба наведені попереду цифри помножити на коефіцієнт наповнення, що дорівнює 0,8—0,95 залежно від спрацьованості.

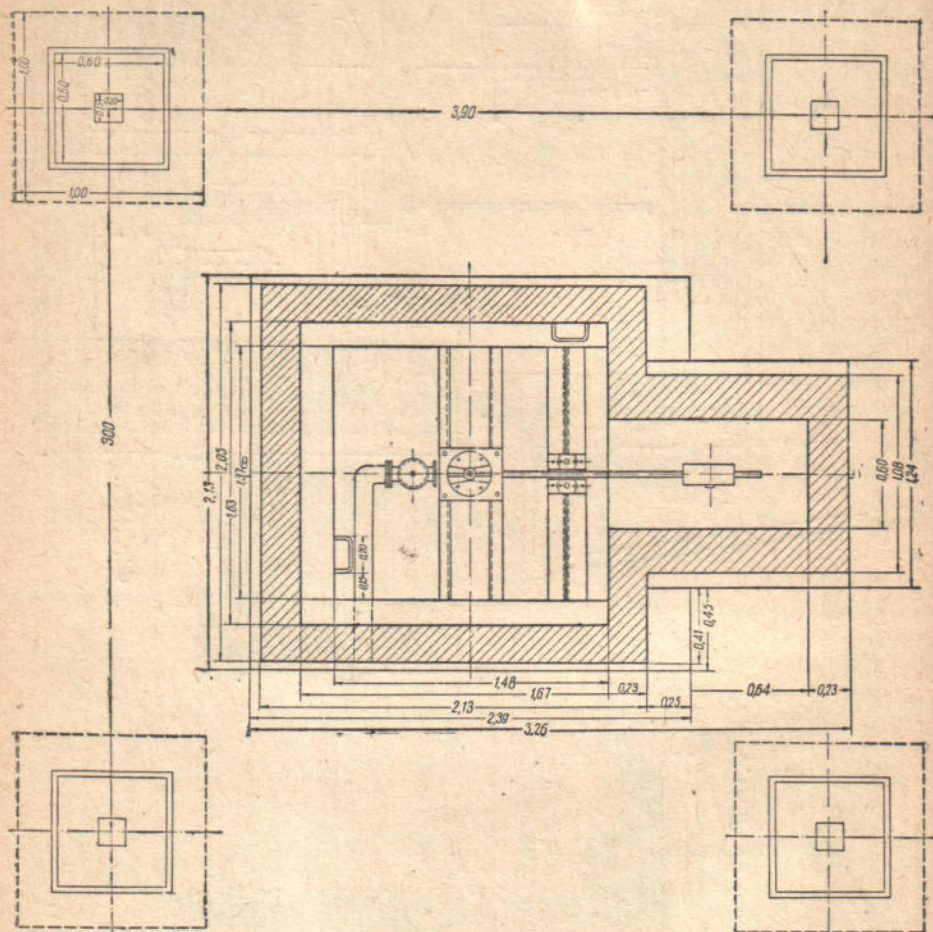


Фіг. 107а.



Фіг. 106.

Насосний циліндр подвійної дії відрізняється в основному від циліндра простої дії тим, що він подає воду і тоді, коли поршень рухається вгору, і тоді, коли поршень опускається вниз. На фіг. 104 наведена схема роботи насосного циліндра подвійної дії. Шток верхнього поршня трубчастий і через нього рухається шток нижнього поршня. Обидва штоки з'єднані під кутом 180° з одним валом, який має кривошипні коліна, щоб передавати штокам протилежні рухи.



Фиг. 1075.

Верхні насосні механізми, що передають рух насосним поршням, мають різну будову, яка залежить від кількості подаваної води і від глибини викачування. При малих глибинах і малій видатності насосні установки являють собою простий важіль того або іншого виду. При великій видатності і глибині використовуються механізми лебідкового типу. На фіг. 105 наведений насос простої дії; штанги з'єд-

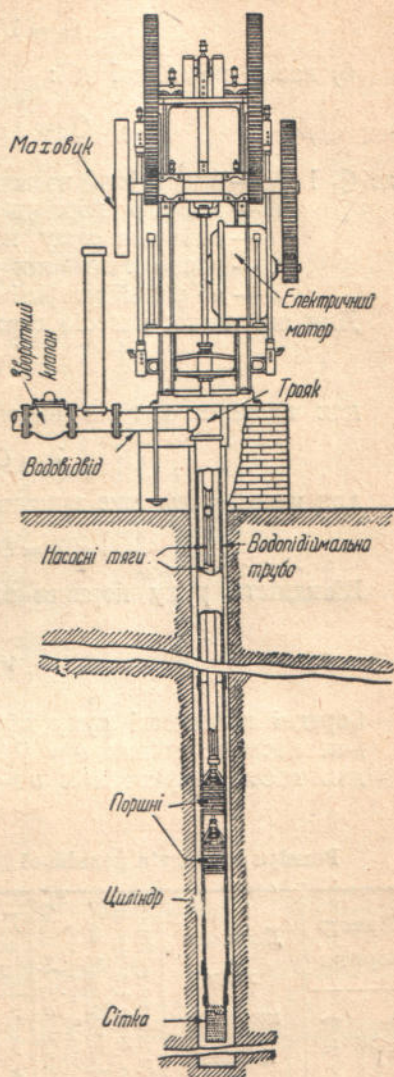
нані з валом через кривошипну передачу. В установках з штанговими поршневими насосами має бути противага, що врівноважує мертвий тягар насосних тяг і поршня.

На фіг. 106 наведена установка для підймання води з шахтового колодязя; двигуном служить трактор. Від шківів його рух передається за допомогою трансмісії на другий шків насосної установки, що має кривошипну передачу. На фіг. 107а і б зображений штанговий поршневий насос, який приводиться в дію вітряним двигуном.

На фіг. 108 наведена штангова насосна установка подвійної дії з лебідковою передачею від електромотора. Зрозуміло, що над колодязем або свердловиною треба будувати насосну будку, щоб захистити двигун, передавальний механізм і т. ін. від пошкоджень і занесення снігом. На фіг. 109а, і б і в наведена поршнева штангова установка, що приводиться в дію електромотором, з'єднаним з лебідкою через трансмісію. Над установкою збудована будка з монтажною вишкою. Основний дефект штангових насосів, особливо насосів простої дії, полягає в тому, що в них можуть ламатися (розриватися) штанги. Чим довші штанги, тобто чим більша висота підймання, тим вони небезпечніші¹.

При визначенні внутрішнього діаметра експлуатаційної колони треба врахувати товщину стін муфти, за допомогою якої з'єднується насосний циліндр з магістральними трубами, а також потрібний зазор між зовнішнім діаметром муфти насосного циліндра і внутрішнім діаметром експлуатаційної колони, що становить від 12 до 18 мм.

Теоретично кількість води, що подається поршневим насосом, можна визначити за такими формулами:



Фіг. 108.

¹ При штангах з м'якого заліза і взагалі придатного матеріалу насоси роблять по багато років, без будь-якого ремонту. Поламаються можуть штанги, зроблені з крихкого металу.

а) насос простої (одинарної) дії:

$$Q_1 = \lambda \frac{\pi d^2}{4} \times \frac{ln}{60} \text{ м}^3/\text{сек}, \quad (24)$$

б) насос подвійної дії:

$$Q_2 = \lambda \frac{\pi d^2}{4} \times \frac{ln}{30} \text{ м}^3/\text{сек}, \quad (25)$$

де Q_1 і Q_2 — видатність насоса в $\text{м}^3/\text{сек}$,
 d — діаметр поршня насоса в м ,
 l — довжина ходу поршня в м ,
 n — число подвійних ходів поршня за хвилину,
 λ — об'ємний коефіцієнт насоса або коефіцієнт наповнення.

Для невеликих насосів середньої якості можна вважати, що

$$\lambda = 0,85 - 0,90;$$

для великих насосів високої якості

$$\lambda = 0,95 - 0,98;$$

для насосів, що вже використовувалися

$$\lambda = 0,8 - 0,9.$$

Швидкість руху поршня за секунду

$$v = \frac{2ln}{60}. \quad (26)$$

Середні швидкості руху поршня такі:

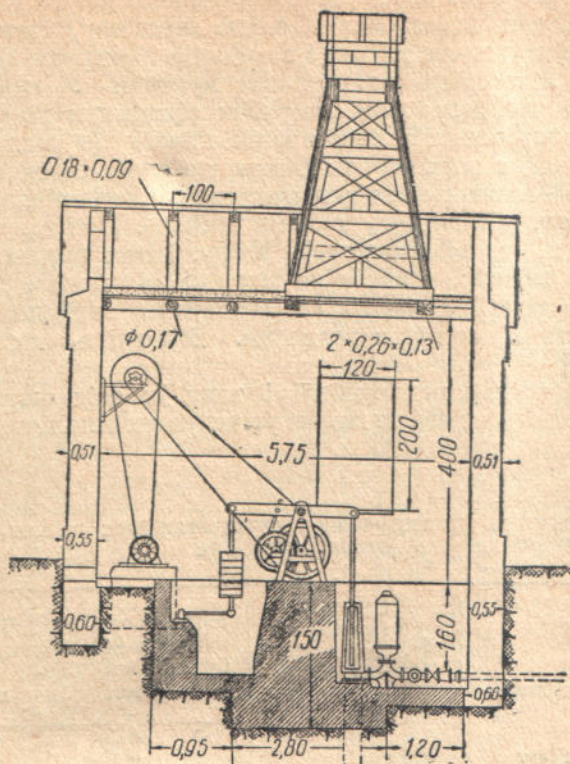
для насосів ручних $v = 0,07 - 0,20 \text{ м/сек}$,

для насосів приводних $v = 0,20 - 0,50 \text{ м/сек}$.

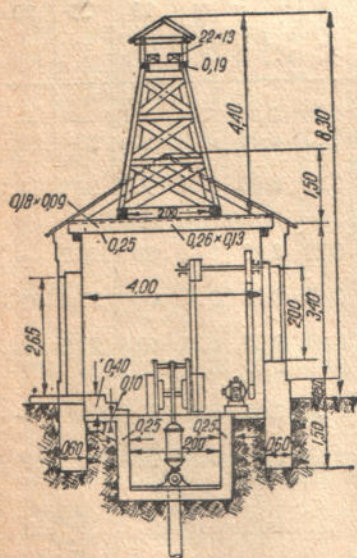
Таблиця 28

Розміри циліндрів подвійної дії і їх видатність у відрах і в л/год

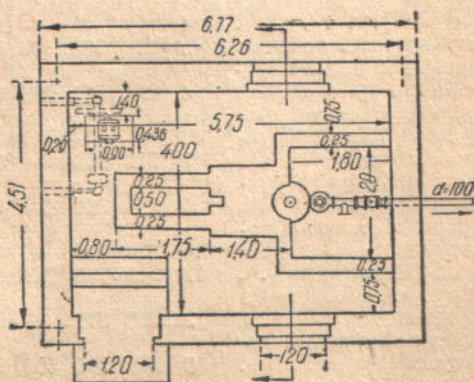
Діаметр поршня		Довжина ходу кожного поршня	Число подвійних ходів за 1 хвилину		Найбільший зовнішній діаметр циліндрів (в мм)		Діаметр всисної труби		Діаметр нагінної труби		Видатність за годину		Найменший діаметр труби колодязя	
в дюйм. (макс)	(в мм)		в дюйм. (макс)	(в мм)	в дюйм. (макс)	(в мм)	в дюйм. (макс)	(в мм)	в відрах	(в л)	в дюйм. (макс)	(в мм)		
3 ³ / ₄	95	—											25	125
4 ³ / ₄	121	—	25	152	2 ¹ / ₂	63	5	127	1 203	14 436	7 ¹ / ₂	190		
5 ³ / ₄	146	18 дюймів — 450 мм	25	182	3	76	6	152	1 770	21 240	8 ¹ / ₂	215		
6 ³ / ₄	171	—	25	210	3 ¹ / ₂	89	7	178	2 460	29 520	9 ¹ / ₂	240		
7 ³ / ₄	197	—	25	236	4	102	8	203	3 240	38 880	10 ¹ / ₂	266		
8 ³ / ₄	222	—	25	260	5	127	9	228	4 116	49 392	11 ¹ / ₂	279		
9 ³ / ₄	247	—	25	287	5	127	10	254	61 120	61 200	12 ¹ / ₂	317,5		



Фиг. 109а.



Фиг. 109б.



Фиг. 109в.

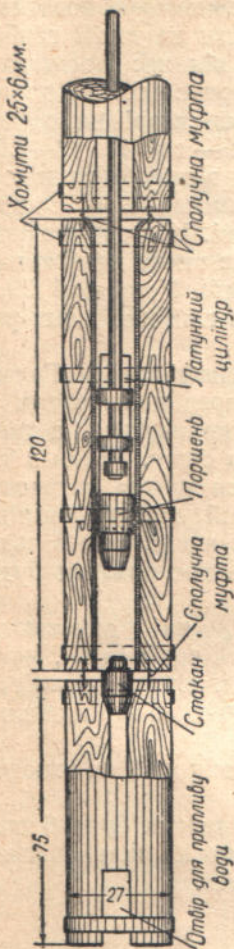
Наводимо ще опис дерев'яного поршневого насоса простої будови (фіг. 110). Ствол насоса являє собою дерев'яну, свердлену трубу з внутрішнім діаметром 100 мм і зовнішнім діаметром 270 мм. Труби з'єднуються між собою металічними муфтами. У нижній частині стволу насоса має дерев'яний патрубок завдовжки від 0,7 до 1,5 м, до якого прикріплюється дерев'яний стакан (з сосни, модрина, осики або липи) з забирним клапаном, що являє собою кусок просаленої шкіри. Поршень складається з порожнистого циліндра, завдовжки близько 45 см, обтягнутого з боків шкірою. Циліндр має внизу і вгорі клапани, що відкриваються вгору. Шток поршня прикріплений вгорі до важеля, а внизу на шарнірі до дужки поршня. Зверху насос через кожні 30 — 50 см обковують залізними обручами, які надіваються на насос гарячими. Видатність насоса — 500 — 600 л/год.

Дерев'яні насоси недовговічні і тому їх слід використовувати лише тоді, коли колодязь не можна устаткувати металічними трубами.

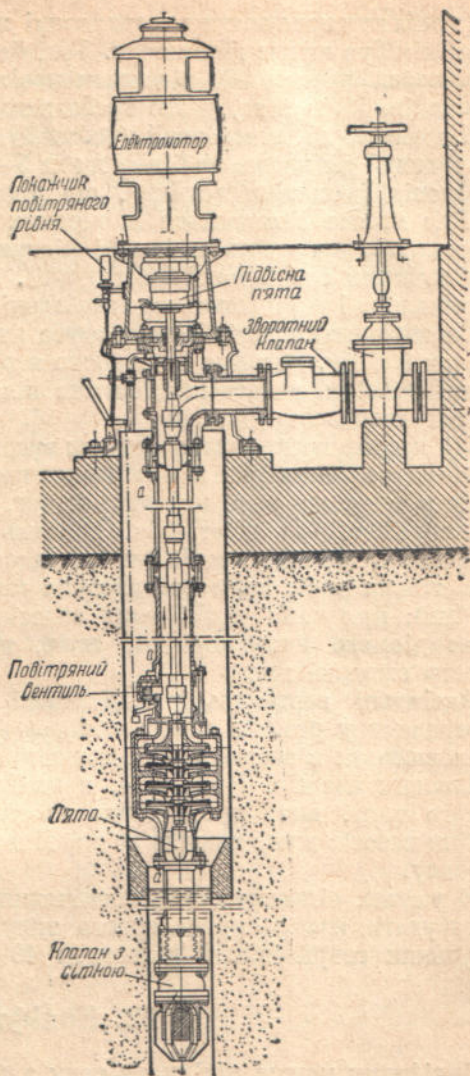
Таблиця 29

Порівняння вартості устаткування і експлуатаційних витрат для різних типів водопідйому

Назва водопідіймального механізму	Тривалість служби			Будівельна вартість у крб. при глибині колодязя в м				Норма постійних витрат в % від будівельної вартості				Вартість устаткування в крб. при глибині колодязя в м		
	10	20	30	Амортизація	Ремонт	% на капіталовкладення	Разом	10	20	30				
Журавель	4	93	—	—	0,25	0,03	0,06	0,34	31,6	—	—			
Коловорот з 2 цебрами	5	172	183	194	0,20	0,03	0,06	0,29	50	53	56			
Дерев'яний насос з будкою	4	228	282	336	0,25	0,03	0,06	0,34	77,5	95,9	114,2			
Дерев'яний насос діаметром 75 мм з ручною качалкою	3	212	323	—	0,33	0,03	0,06	0,42	89	135,7	—			
Насос «Бодана» з ручною качалкою	6	230	336	406	0,17	0,03	0,06	0,26	60	37,4	105,6			
Поршневий насос з колонкою	4	273	376	—	0,25	0,03	0,06	0,34	92,8	27,8	—			
Насос «Шен-Елліс»	12	644	783	923	0,08	0,03	0,06	0,17	109,5	133	157			
Насос «Альвейера» з будкою	2	305	375	—	0,50	0,03	0,06	0,59	180	221	—			
Поршневий насос з лебідкою	5	318	364	409	0,20	0,03	0,06	0,29	92	106	119			
Поршневий насос з колонкою Гірничої технічної контори	5	365	422	480	0,20	0,03	0,06	0,29	106	122	139			



Фіг. 110.



Фіг. 111.

§ 21. Вертикальні відцентрові насоси

Воду з свердловин можна також підіймати вертикальними відцентровими насосами. Використовують ці насоси двох типів:

- а) з електромотором вгорі над свердловиною, укріпленим на станині, і з насосом в свердловині, з'єднаним валом з електромотором;
- б) з опущеними в воду насосом і мотором.

До першої групи (фіг. 111) належить радіальний відцентровий насос з вигнутими лопатками для зменшення його діаметра. Насос

цей треба встановлювати в свердловині на такій глибині, щоб при пуску він був нижче рівня води. Тоді його не треба буде заливати водою перед пуском або відсисати повітря за допомогою додаткових пристроїв. Крім того, насос треба встановлювати на такій глибині, щоб найнижчий динамічний (робочий) рівень під час викачування був нижчий від насоса не більш як на 5—6 м. Корпус насоса з'єднаний з водопідіймальними трубами, що підвішуються вгору на станині.

Вал насоса складається з окремих частин — секцій (2—2,5 м завдовжки), що мають напрямні підшипники і з'єднуються між собою муфтами спеціальної конструкції. Електромотор вгорі ставлять вертикально і укріплюють на спеціальній станині. Над свердловиною треба збудувати будку. Всисна труба насоса має внизу приймальний клапан і сітку. Вал має бути точно вертикальний. У таблиці 30 наведені розміри, видатність і висота підймання глибоководних радіальних свердлових насосів.

Ці насоси лише недавно почали виготовляти наші заводи. Головна перевага вертикальних відцентрових насосів перед поршневими полягає в тому, що вони не мають штанг, які легко рвуться, а також рівномірніше, без поштовхів, подають воду в сітку. Разом з тим, як видно з таблиці, радіальні свердлові насоси можна встановлювати тільки тоді, коли свердловина має певний діаметр (мінімум 250 мм), при чому чим більшу видатність має насос, тим більшим буває діаметр його корпусу, отже, тим більшим повинен бути і діаметр свердловини.

Аксіальні вертикальні відцентрові насоси, які опускаються в свердловину разом з електромотором (системи Reda і інші), можна встановлювати в свердловинах меншого діаметра, ніж потрібний для радіальних насосів. Крім того, в цих насосів немає вертикального довгого вала, який треба точно монтувати.

Цих насосів в нас покищо не виробляють, а тому ми й не наводимо їх опису.

В умовах сільського водопостачання також можна було б використовувати насоси пропелерного типу, які можна встановлювати у вузьких свердловинах діаметром 100—150 мм.

§ 22. Ерліфти

Ерліфтами можна підняти воду з свердловин тільки тоді, коли розміри водопроводу порівняно великі, свердловини дуже глибокі і їх є значна кількість. Діє ерліфт в основному так. Компресор подає стиснене до потрібного тиску повітря по повітропроводу в свердловину. У свердловині повітря підводиться по повітряній трубі до башмака ерліфта, де й змішується з тією водою, що підіймається. Змішана з повітрям вода у вигляді суміші (емульсії) підіймається вгору по підіймальній трубі через різницю питомої ваги емульсії і води в свердловині. На фіг. 112, а наведена схема ерліфта з боковим підведенням повітря. Щоб зменшити загальний переріз труб ерліфтного устаткування в свердловині, іноді або застосовують центральне розміщення труб, при якому повітряна труба вміщується всередину

Дані про глибоководні радіальні насоси

Тип насоса ТН	Діаметр свердловини (в мм)	Видатність насоса (в м³/год)	Зовнішній діаметр кожуха насоса (в мм)	Перший горизонтальний рядок—висота підіймання в м. Другий горизонтальний рядок—потужність насоса. Третій горизонтальний рядок—потужність мотора в к. с. при <i>n</i> , що становить 1450 обертів за хвилину, при висоті підіймання насоса від 8 до 30 м і при числі ступенів насоса											
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	250	15	250				2,6	32,5	39	45	52	59	65	71,2	78
							2,8	3,5	4,2	5	5,7	6,4	7	70,7	8,5
							3,5	4,5	5	6,8	7	8	8,5	9,5	10
2	300	30	290			25	33	42	50	58,5	67	75	83	91	100
						5,2	7	8,5	10,2	11,7	14,5	16,3	18	19,8	21,6
						6,5	8,5	10,5	12	14	17	19	21	23	25
3	360	50	350		24	36	48	60	72	84	96	108	120	132	144
					7	10,5	14	17,5	21	24,5	28	31,5	35	38,5	42
					9	13	17	22	26	30	32	36	40	44	48
4	400	100	390	14	28	42	56	70	84	98	112	126	140	154	
				8,3	16,5	25	33	42	50	58	66	75	82,5	90	
				11,5	20	31	40	50	60	70	75	85	95	104	
5	430	140	420	16,5	33	49,5	66	82	100	116	132	148			
				13,5	27	40	54	67	80	95	108	121			
				17,0	32	48	65	80	95	110	125	140			
6	460	180	450	21,5	43	65	86	108	130	150					
				22	44	66	88	110	132	155					
				27	54	75	100	125	150	180					
7	500	225	490	24	48	72	96	120	145						
				29	58	87	116	145	175						
				35	65	100	130	165	200						
8	550	350	540	30	60	90	120	150							
				55	110	165	220	275							
				65	125	190	250	300							

водопідіймальної (фіг. 112, б), або вдаються до концентричного способу з центральною водопідіймальною трубою і підведенням повітря по кільцевому перерізу між водопідіймальною і повітряною трубою (фіг. 112, в).

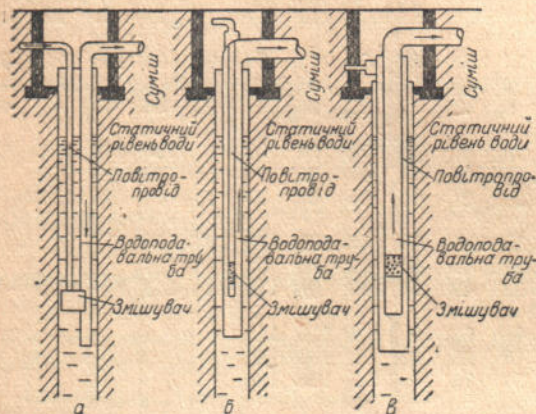
Внутрішній найменший діаметр свердловини залежно від розмірів тих робочих труб, що опускаються, визначається для першої системи зовнішнім діаметром змішувального наконечника, для другої системи—зовнішнім діаметром муфти водопідіймальної труби і для третьої системи—зовнішнім діаметром муфти повітропроводної труби.

Щоб ерліфт робив задовільно, башмак його має бути достатньо опущений під динамічний рівень води в свердловині.

Якщо H —висота підймання води в ерліфті, коли рахувати від динамічного рівня, h —глибина опускання башмака під динамічний рівень, то $\frac{h}{h+H}$, тобто величина опускання башмака, виражена в процентах від загальної висоти підймання і опускання, може бути визначена на підставі наступної таблиці, складеної американською фірмою Ingersoll-rand Company.

Висота підймання (в м)		Процент опускання
	До 40	70—65
від	45 до 75	60—55
»	90 » 120	65—50
»	120 » 180	45—40
»	180 » 210	45—40

З сказаного виходить, що для ерліфтного устаткування свердловина має бути набагато глибша за рівень води в ній. В середньому глибина опускання під воду нижнього отвору підймальної труби має бути в 1,5 рази більша за висоту підймання води. Робочий горизонт заздалегідь встановлюється пробним викачуванням.



Фіг. 112.

Таблиця 32

Висота підймання (в м)	% опускання	Витрата повітря на 1 л води	Видатність в л на 1 см труби
15	65	0,0025	150
15	70	0,0021	180
30	55	0,0035	150
30	65	0,003	150
60	50	0,0055	100
60	53	0,005	120
100	45	0,0075	90
100	50	0,007	105
120	45	0,009	90

Кількість повітря, потрібну для того, щоб підійняти 1 м³ води, можна визначити за формулою Андерсона:

$$W = \frac{KH}{23 \lg \frac{h+10}{10}} \quad (27)$$

де коефіцієнт K визначається залежно від висоти підймання таким способом:

$$K = 2,17 + 0,0164 H, \quad (28)$$

де H — висота підймання, рахуючи від динамічного рівня води в свердловині.

В таблиці 32 наведені дослідні дані про роботу ерліфтів, одержані американською фірмою Суллівана.

При невеликій висоті підймання (15—25 м) за формулою Андерсона ви-

ходить разів у півтора більший об'єм потрібного повітря.

Як середню величину K для правильно збудованих і експлуатованих установок беруть 2,5—3,0—3,5 м³ повітря на 1 м³ води, що підіймається.

Для введення повітря і змішування його з водою є кілька різних конструкцій башмаків або форсунок. В основному можна розрізнити два типи башмаків — у першому повітря входить у водопідіймальну трубу нероздробленими масами (фіг. 113) (водопідойма «Мамут»), а в другому повітря вводиться в воду роздробленим на якнайдрібніші бульбочки (фіг. 114); на цій фігурі зображений башмак конструкції Сулліван. Повітря надходить у підіймальну трубу через продірявлену насадку cd з неіржавіючого матеріалу; діаметр дірочок насадки становить 3—6 мм. Сума перерізів дірочок має дорівнювати або бути більша в 1,5—2 рази за переріз повітряної трубки.

Діаметри робочих труб і видатність ерліфтів визначаються за таблицею 33.

Таблиця 33

Діаметр викидної труби (в дюймах)	Приблизна видатність в л/м	Мінімальний діаметр обсадних труб	Діаметр повітряних труб	Діаметр впуску	Загальна довжина нижнього башмака	Зовнішній діаметр башмака
1 ^{1/2}	75	4	1 ^{1/2}	2	15 ^{3/4}	3 ^{7/8}
2	190	4	3 ^{3/4}	2 ^{1/2}	16 ^{3/8}	4 ^{1/4}
2 ^{1/2}	280	6	1	3	21 ^{3/4}	5
3	380—570	6	1 ^{1/4}	3 ^{1/2}	26	5 ^{3/4}
3 ^{1/2}	570—760	8	1 ^{1/4}	4	32 ^{1/2}	6 ^{7/8}
4	760—1140	8	1 ^{1/2}	4 ^{1/2}	37 ^{1/4}	7 ^{3/8}
4 ^{1/2}	1140—1320	8	1 ^{1/2}	5	42 ^{3/4}	7 ^{7/8}
5	1320—1900	10	2	6	49 ^{3/4}	9 ^{7/16}
6	1900—2900	12	2 ^{1/2}	7	62	11
7	2900—3800	14	2 ^{1/2}	8	71	12
8	3800—4700	14	3	9	62	—
10	7500—11300	—	3 ^{1/2}	—	75	—

В підійнятій ерліфтом воді не повинно бути повітря. Для цього роблять над підіймальною трубою сепаратор-відбивач — звичайно зонтичного типу, об який вода, підіймаючись з свердловини, вдаряється, звільняється від повітря, падає в шахту або в бак і потім сама стікає в збирний резервуар (фіг. 115).

Потрібний тиск у компресора при усталеній роботі ерліфта, тобто коли рівень води знизився до динамічного рівня,

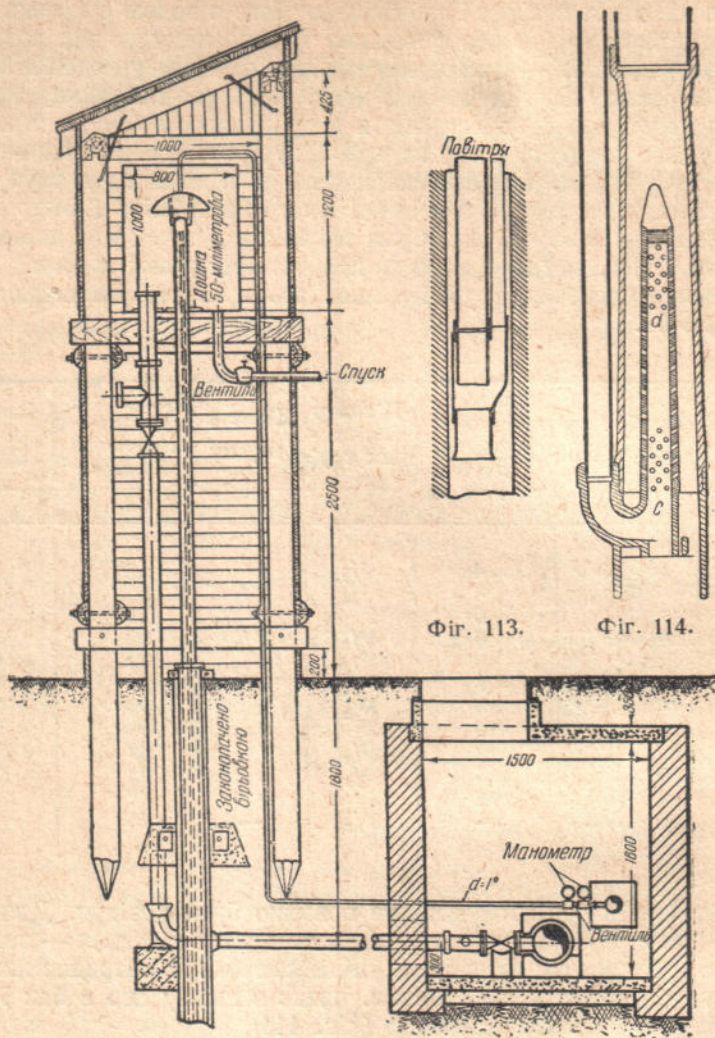
$$H_k = h + h_c,$$

де h — глибина опускання башмака ерліфта під динамічний рівень,

h_c — втрата напору у повітряних трубах на шляху від компресора до башмака.

На початку роботи компресора при статичному рівні води в свердловині потрібний тиск у компресора буває трохи більшим; він

визначається висотою стовпа води, який мусить перемогти повітря, щоб потрапити в ерліфтну трубу. На цей тиск і розраховується компресор.



Фиг. 115.

Потужність компресора на його валу орієнтовно можна визначити за формулою:

$$N = \frac{Q h_0}{75 \eta} \text{ к. с.}, \quad (29)$$

де Q — видатність ерліфта в л/сек,

h_0 — геометричне підймання води в м,

η — коефіцієнт корисної дії установки, що визначається в межах 0,15—0,25. В деяких випадках коефіцієнт корисної дії ерліфтної установки при відповідному співвідношенні у ній елементів буває і вищий (див. проф. Малишевський, «Насосні станції», ОНТИ, 1934 р.).

У кінці книги наведені дані для компресорів за каталогом Міськ-машзбуту за 1935 рік.

Порівнюючи ерліфтні установки з іншими водопідймальними спорудами, слід сказати, що перші бувають рентабельними лише при значній кількості свердловин, коли централізація керування, якої можна досягти при ерліфтах, покриє перевитрату енергії через незначний коефіцієнт корисної дії.

При глибоких свердловинах має велике значення ще й те, що ерліфтні установки не мають рухомих частин і дозволяють робити свердловини меншого діаметра, ніж при інших насосних установках.

Через те, що в ерліфтах немає рухомих частин, вони являють з себе дуже надійну водопідйому, за якою не треба доглядати.

А. Вирахування повітропроводів

Втрата тиску у повітропроводах, що подають стиснене повітря до ерліфтних установок у свердловинах, визначається здебільшого за формулою Рідлера:

$$\Delta p = \frac{\beta}{10\,000} \gamma \omega^2 \frac{l}{D}, \quad (30)$$

при чому значення β можна брати з наведеної далі таблиці 34.

У наведеній попереду формулі Рідлера буквені вирази мають таке значення:

Δp — втрата тиску у повітропроводі в ат,

β — коефіцієнт, що визначається за таблицею 34,

γ — питома вага повітря в $кг/м^3$, що дорівнює при 0° і 760 мм тиску ртутного стовпа — 1,293, а при 20° С і 1 ат — 1,166,

ω — швидкість руху повітря в м/сек,

l — довжина повітропроводу в м,

D — діаметр повітропроводу в мм.

Таблиця 34

Таблиця коефіцієнтів опору β при різній витраті повітря g ($кг/год$) за Фріче

g	β	g	β	g	β	g	β
10	2,03	100	1,45	1 000	1,03	10 000	0,73
15	1,92	150	1,36	1 500	0,97	15 000	0,69
25	1,78	250	1,26	2 500	0,90	25 000	0,64
40	1,66	400	1,18	4 000	0,84	40 000	0,595
65	1,54	650	1,10	6 500	0,78	65 000	0,555
100	1,45	1 000	1,03	10 000	0,73	100 000	0,520

Далі наводимо приклад вирахування повітропроводу¹. Компресор засисає за хвилину 22 м³ повітря, віднесених до стану всисання (*t* атмосфери 20° С), і стискає це повітря до 6 ат.

Яка велика втрата тиску в нагнітному трубопроводі, якщо внутрішній діаметр його становить 70 мм, а довжина 200 м? Вплив фасонних частин і арматури не враховується. Середня температура в трубопроводі визначена як 30° С. Витрата повітря за годину становить $g = 60 \times 22 \gamma$ кг/год.

Питома вага всисуваного повітря при 1 ат і 20° С визначається за формулою:

$$\gamma = \frac{P}{RT}, \quad (31)$$

де P — тиск в кг/м² (мм водяного стовпа),
 R — газова стала, що для повітря становить 29,27,
 T — абсолютна температура $t^\circ + 273$,

$$\gamma_1 = \frac{10\,000}{29,27 \cdot 293} = 1,17 \text{ кг/м}^3 \text{ (} t^\circ \text{ атмосфери } 20^\circ \text{ С).}$$

Витрата повітря за годину

$$g = 60 \cdot 22 \cdot 1,17 = 1540 \text{ кг/год.}$$

Питома вага того повітря, що нагнітається, становить:

$$\gamma_2 = \frac{70\,000}{29,27 \cdot 303} = 7,9 \text{ кг/м}^3 \text{ (7 ат при } 30^\circ \text{ С).}$$

Витрата повітря за секунду становить:

$$Q = \frac{g}{3600\gamma_2} = \frac{1540}{3600 \cdot 7,9} = 0,054 \text{ м}^3/\text{сек (7 ат при } 30^\circ \text{ С).}$$

Площа поперечного перерізу трубопроводу

$$F = \frac{0,57^2 \cdot \pi}{4} = 0,00385 \text{ м}^2,$$

отже, швидкість буде

$$\omega = \frac{0,054}{0,00385} = 14 \text{ м/сек.}$$

Вирахування втрати за Рідлером

$$\Delta p = \frac{\beta}{10\,000} \cdot \gamma \omega^2 \frac{l}{d}.$$

За таблицею Фріче визначаємо β при

$$g = 1540; \quad \beta = 0,97$$

$$\Delta p = \frac{0,97 \cdot 7,9 \cdot 196 \cdot 200}{10\,000 \cdot 70} = 0,428 \text{ ат;}$$

врахувавши ж поправочний коефіцієнт Шведлера, одержимо:

$$\Delta p = 1,5 \times 0,428 = 0,642 \text{ м.}$$

¹ Franz Schwedler, «Handbuch der Rohrleitungen».

§ 23. Насосні станції

Насосні станції при водопостачанні з відкритих водойм будуються: 1) для підймання води на очисні споруди, так звані насосні станції першого підйому і 2) для подавання води в сітку і водонапірну башту, так звані насосні станції другого підйому. В деяких випадках можна обійтися одним підйомом, наприклад, коли вода з водойми проходить очисні споруди самопливом без застосування штучного підймання води (наприклад, колодязі-фільтри, інфільтраційні колодці і т. ін.) або коли встановлені фільтри напірного типу. Якщо ж потрібні обидва підйоми, то бажано так розмістити споруди і так використати рельєф місцевості, щоб насоси першого і другого підйомів можна було встановити в одній будівлі; це набагато спрощує експлуатацію насосних станцій. При цьому доводиться насоси першого підйому ставити на нижчому рівні, ніж насоси другого підйому. У насосних станціях найчастіше використовуються відцентрові насоси, що з'єднуються з електромотором на одній осі пружною муфтою. Коли немає електричного струму, то замість електромоторів можна вживати нафтові двигуни.

Найбільш компактною і зручною в експлуатації установкою є відцентрові насоси з електричними моторами.

Через те, що в умовах сільського водопостачання витрата води буває звичайно невеликою, не слід розпоршувати насоси на кілька агрегатів. Звичайно в станції одного підйому (першого або другого) досить встановити один робочий насос і один резервний. Дуже бажано мати перед сіткою або на сітці водонапірну башту, що вирівнює годинні коливання витрати води в сітці. При цьому насос може робити рівномірно протягом майже цілої доби.

Щоб зменшити ємність бака водонапірної башти, при постачанні водою великих радгоспів, селищ, агроміст і т. ін., а також у групових сільських водопроводах, застосовують іноді двоступневий метод роботи насосів. В таких випадках треба мати не менш як два робочих насоси і один резервний. Всі насоси повинні мати однакову характеристику. Коли є два або більше робочих насоси, то кожний з них мусить мати окрему всисну трубу. Напірні труби від насосів приєднуються до одного загального напірного трубопроводу. На напірній трубі в кожного насоса мають бути зворотний клапан і засувка. Зворотний клапан слід ставити на горизонтальній частині напірної труби, а не на вертикальній. Засувку краще ставити за зворотним клапаном, коли рахувати від насоса.

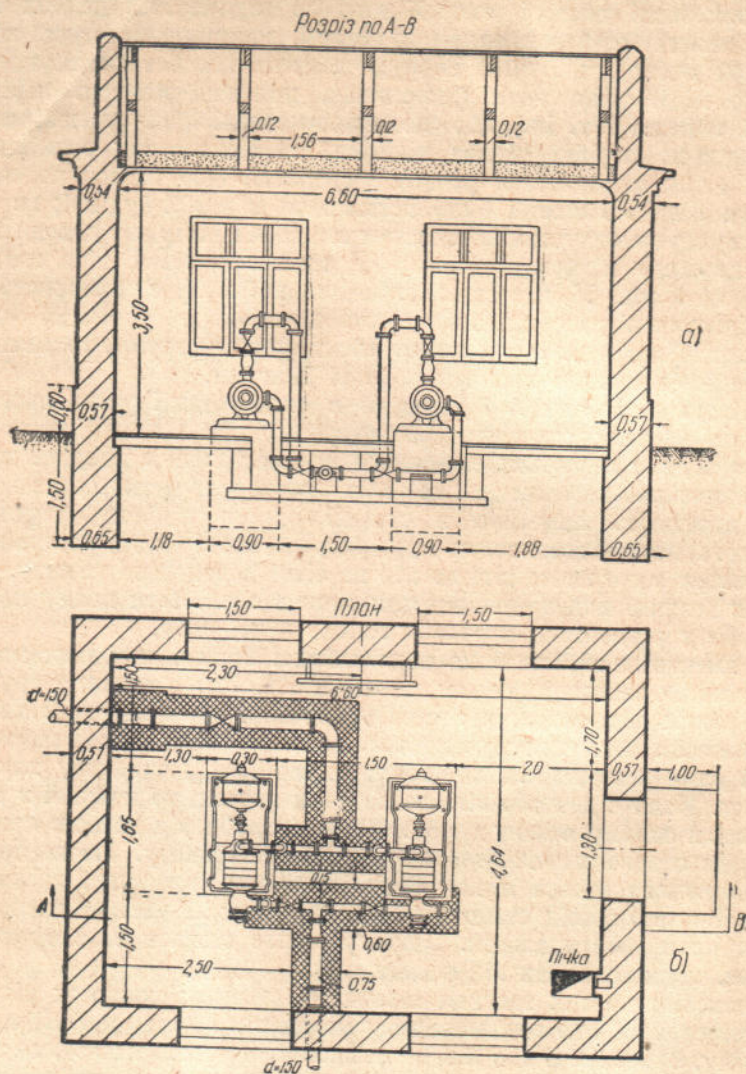
На всисних трубах засувки можна не ставити; якщо ж рівень води в резервуарі або приймальному колодязі, з якого насоси забирають воду, буває іноді або й завжди вищий, ніж вісь насоса, то тоді на всисних трубах слід ставити засувки, щоб насос легше можна було зняти на випадок ремонту.

При визначенні діаметра всисних труб швидкість беруть 0,8—1,0 м, а напірних труб — 1,5—2,0 м. Практична висота всисання не повинна бути більшою як 5,0 м.

Віддаль між фундаментами насоса визначається щось 1 м (наприклад, з боку насоса 1 м, з боку мотора 1,5 м). Віддаль від насоса

до торцевої стіни, на якій встановлений щит керування, визначають не меншу як 2 м.

Висота приміщення насосної станції не повинна бути меншою як 3—3,5 м. Освітлення вікнами має бути достатнім — відношення



Фиг. 116.

світлової поверхні вікон до площі підлоги приблизно повинно бути 1 : 6.

На фіг. 116, а і б наведена насосна станція, устаткована двома відцентровими насосами з електромоторами.

Подібні насосні станції влаштовуються також і при підземних водах, коли є кілька колодязів, з яких вода попереду надходить у загальний збирний колодязь або в резервуар (наприклад, при сифонних трубопроводах або при підйманні води ерліфтами), звідки її вже забирають і подають у сітку насосами.

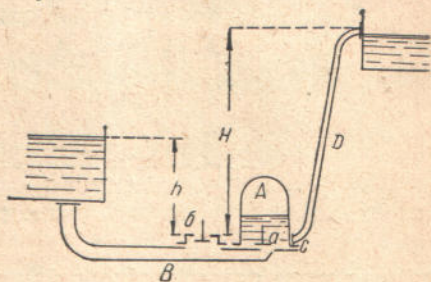
При ерліфтних установках насосна станція буває складнішою, бо в ній, крім насосних агрегатів, встановлюють компресор для подавання повітря до ерліфтів.

§ 24. Гідравлічні тарани

Коли в гористій місцевості джерело водопостачання міститиметься вище радгоспу і матиме достатню кількість води, то воду з нього можна підіймати гідравлічними таранами.

Суть роботи тарана полягає в тому, що він автоматично підіймає воду з невеликої висоти на значну висоту, використовуючи енергію цієї ж самої води.

З схеми, поданої на фіг. 117, видно, що вода по живильній трубі *B* надходить у таран і витікає через ударний клапан *b* назовні. Тече вона через клапан доти, доки в живильній трубі *B* відбувається лише незначний рух і клапан *b* відкритий під дією власної ваги. Коли



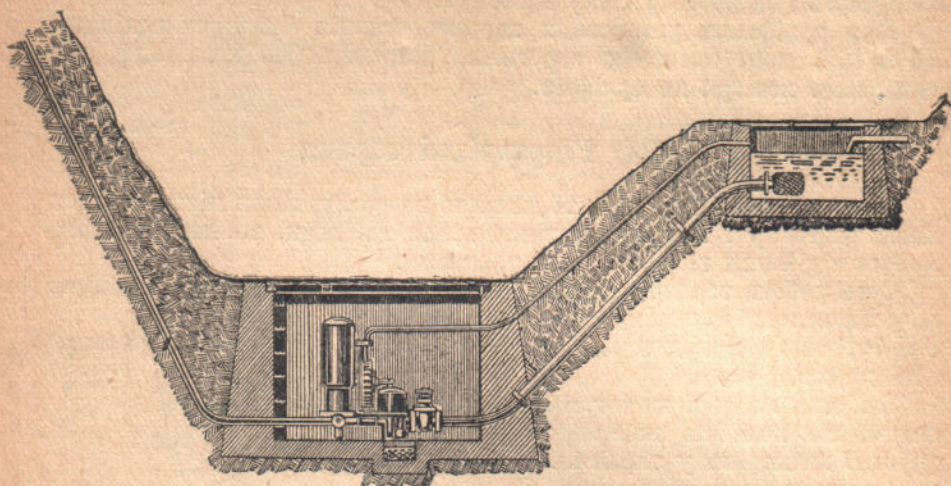
Фиг. 117.

вода набуває достатньої швидкості, вона запирає клапан *b*, через що трапляється гідравлічний удар. В результаті цього удару тиск біля клапана *b* підвищується, під напором води відкривається клапан *a* і частина води входить у чавунний, герметично закритий повітряний ковпак *A*. У цьому ковпаку тиск повітря збільшується і стиснене повітря виштовхує частину води через отвір *C* у нагінтну трубу *D*; вода, підійшовши до кінця цієї труби, витікає з неї безперервною струминою аж доки знизиться тиск у трубі *B* і клапани *b* і *a* сядуть на свої гнізда. Після цього процес повторюється спочатку. Повітря в ковпаку поступово убуватиме, бо воно частково розчиняється в воді і виноситься нею, отже, таран робитиме менш ефективно. Через це повітря в ковпаку тарана треба поповнювати, приблизно один раз на два тижні. Для цього закривають крани труб *B* і *D* і випускають з ковпака воду через спеціальний кран або нагнітають повітря автоматичним способом. Щоб пустити таран в рух, треба кілька разів натиснути рукою на клапан *b*; щоб спинити таран, треба підійняти рукою цей самий клапан.

Як видно з наведеної попереду схеми, тараном можна брати воду з річки, озера або джерела тільки тоді, коли його можна поставити в даному місці так, щоб він був нижчий від цих джерел не менш як на 1 м. Для того, щоб вода падала з відповідної висоти, в деяких випадках роблять загати.

На фіг. 118 зображена таранна установка.

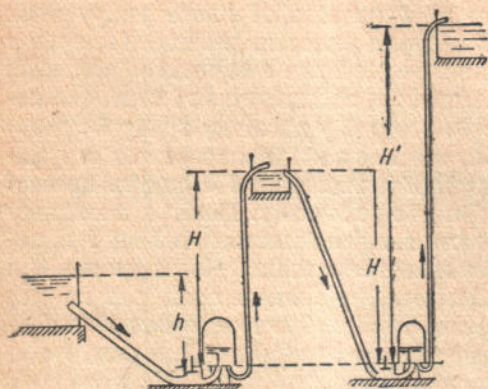
Якщо через H позначимо висоту нагнітання води, що подається тараном, через h — висоту падіння води того джерела, яке живить таран (вона не повинна бути більшою як 15—20 м, бо тоді таран не



Фіг. 118.

витримає дуже сильних гідравлічних ударів), то коефіцієнт корисної дії буде тим більший, чим більшим буде h і чим меншим буде H . Взагалі ж він знаходиться в межах 0,6—0,8. На величину коефіцієнта

корисної дії тарана впливає величина відношення падіння h до довжини l живильних труб. Вважають, що $\frac{h}{l}$ має бути не меншим як 0,25—0,30.



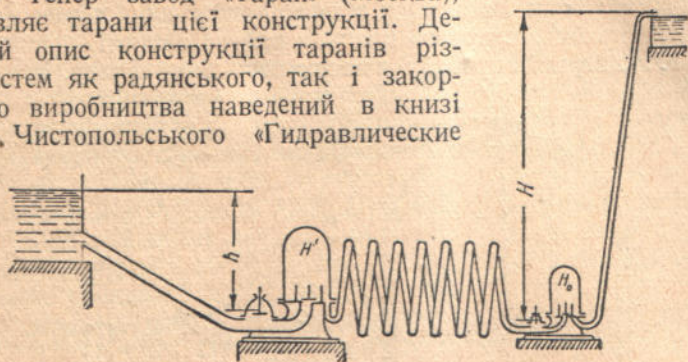
Фіг. 119.

Високонапірними таранними установками за Трембовельським називаються установки, що мають велике відношення $X = \frac{H}{h}$ — висоти нагнітання до висоти падіння (порядку 15—30 м), і установки з великою висотою падіння води (порядку 10—20 м).

При $\frac{H}{h} = 15$ і більше коефіцієнт корисної дії таранної установки набагато знижується. В таких випадках для збільшення його встановлюють два й більше тарани з проміжним підвищеним баком (фіг. 119) або без нього за схемою, запропонованою Трембовель-

ським (фіг. 120). На фіг. 121 наведений графік для визначення коефіцієнта корисної дії таранної установки.

На фіг. 122 наведений таран конструкції інж. Д. І. Трємбєвельського. Тепер завод «Таран» (Москва), виготовляє тарани цієї конструкції. Детальний опис конструкції таранів різних систем як радянського, так і закордонного виробництва наведений в книзі С. Д. Чистопольського «Гидравлические



Фиг. 120.

тараны» (Вид. ОНТИ НКТП, 1936 р.). У тарані Трємбєвельського ковпак 7 циліндричної форми розміщений на станині, в яку входить кінець живильної труби б.

Ударний клапан 1 розміщений з своєю підставкою на окремому патрубку і його можна цілком замінити іншим клапаном. Золотник ударного клапана складається



Фиг. 121.

з тарілки з напрямними крильцями і стрижня, на який нагвинчені гайки для зміни ходу клапана і закріплення на ньому тягару. Нагнітний клапан 5-осьовий, має товсту гумову підкладку і міститься в круглій коробочці 4, до верхньої частини якої прикріплені дужками підшипник цього клапана. Коробочка 4 служить для того, щоб при інтенсивному накачуванні повітря в ковпак тарана нагнітний клапан був весь час затоплений. Автоматичне повітропостачання тарана здійснюється за допомогою трубки 3, що з'єднує виїмку 2 в коробці ударного клапана з кінцем живильної труби під нагнітним клапаном.

В той момент, як відкривається ударний клапан, повітря зовні спрямовується в клапанну коробку і частина його затримується в виїмці 2; з цієї виїмки повітря просувається під нагнітний клапан в трубіці 3 і в наступний період нагнітання прошовхується в ковпак. Засисання повітря сприяє також стовп води в коліні живильної труби 6, який в момент відкривання ударного клапана прагне опуститися вниз і діє як поршень. На верхній пробці 9 встановлюється манометр. Вентиль 8

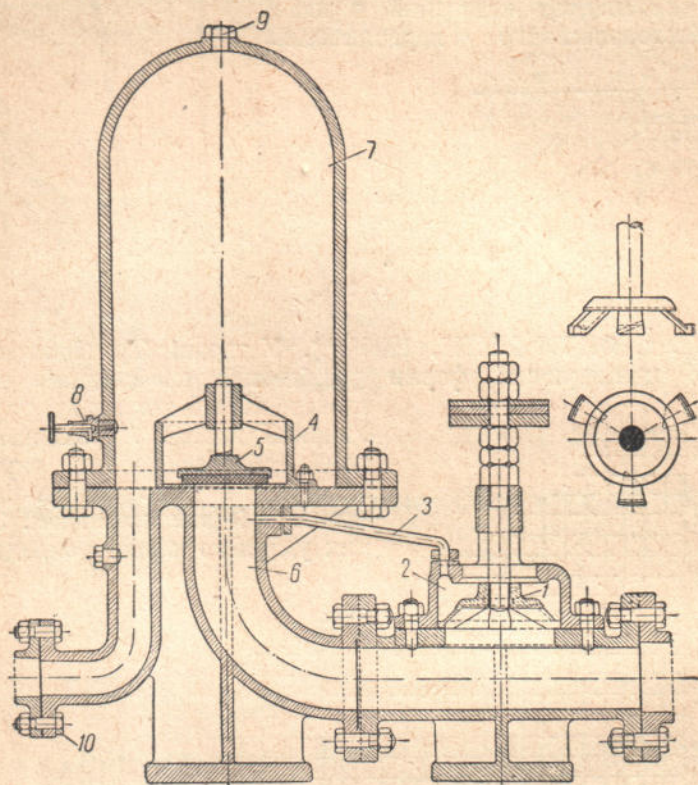


Fig. 122.

служить для контролювання рівня води в ковпаці. Бажано, щоб вище цього вентиля весь простір у ковпаку був заповнений повітрям. Вода з ковпака випускається через патрубок 10.

Починаючи з 1928 року, поширено 140 таранів Трємбовельського. Роблять вони з добрими показниками. Виготовляються вони на замовлення, двох розмірів: № 5 — для живильної труби діаметром 50 мм (можна приєднувати 36-міліметрову трубу), які важать 130 кг і коштують 650 крб. франко-склад заводу, та № 7 — для труби діаметром 75 мм (і 62 мм), які важать 235 кг і коштують 900 крб.

Тарани в складеному вигляді пресуються на заводі під тиском 20—25 ат.

§ 25. Вітряні двигуни

У радгоспах, розташованих у районах, де сила і частота вітру достатні (швидкість вітру не менша як 3 м за секунду), можна і економічно вигідно використовувати для водопостачання дарову силу вітру.

Для цього встановлюють вітряні двигуни, за допомогою яких під час вітру підіймають воду в спеціальні баки. Щоб не було перебоїв у водопостачанні, коли довго не буде вітру, рекомендується використовувати трактор, як резервний двигун.

Величина енергії, що добувається від вітру одним двигуном, коливається від 0,2 до 15 к. с. При виборі вітряного двигуна треба зважати на швидкість вітру. Так, крильчасті вітряні двигуни роблять при швидкості вітру 3—3,5 м за секунду, а багатолопасні двигуни при швидкості вітру 2—2,5 м/сек.

Нормальна робота вітряних двигунів розрахована на швидкість вітру 4,5—5,5 м/сек. При цій швидкості вітру поверхня крил на 100 м² дає приблизно 9 кінських сил, тобто 1 кінську силу при вітрі 5 м/сек можна одержати з площі крил 11 м². Швидкість руху вітру вимірюється анемометрами. Один з найпростіших анемометрів складається з алюмінієвої пластинки, з'єднаної з стрілкою. При дії вітру пластинка відхиляється вбік і стрілка показує на дузі відповідні швидкості вітру (фіг. 123). Якщо немає анемометра, то швидкість вітру можна визначити приблизно, користуючись для цього бофоровою шкалою.

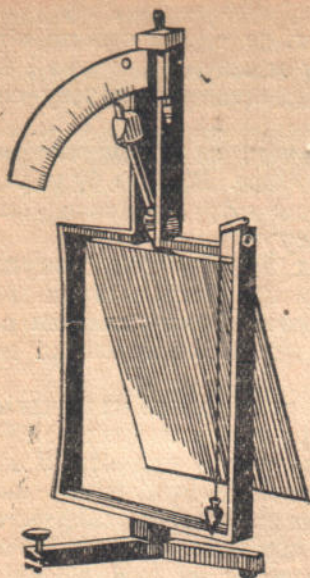
Таблиця 35

Бофорова шкала

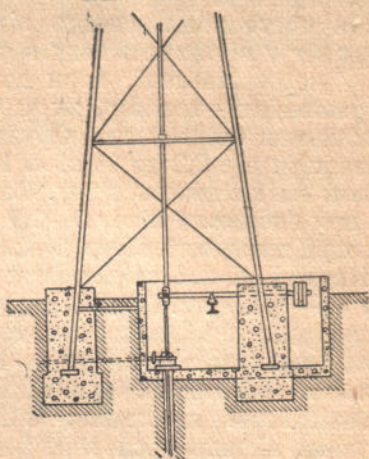
Швидкість вітру (в м/сек)	Шкала Бофорова	Тиск вітру (в кг/м ²)	Визначення вітру	Відмінні ознаки
1,5—3	—	0,5	Дуже легкий	Ледве помітний
4—5	1	2,7	Легкий	Гілки гойдаються
6—7	2	5	Помірний	Гілки гнуться
8—9	3	8	Свіжий	У верхівіттях шум
10—11	4	13	Дуже великий	Тополі гнуться
12—14	5	19	Навальний	Зриває листя і гілки
15—16	6	27	Гострий	Ламає тонкі гілки
17—19	7	40	Бура	Ламає товсті гілки
20—23	8	56	Навальна буря	Ламає сосни
24—28	9	76	Дуже навальна буря	Вивертає сосни з корінням
29—33	10	103	} Ураган	Руйнує
34—39	11	137		
40	12	193		

Щоб краще використати силу вітру, вітряні двигуни треба розміщати не ближче, як за 250 м від заслоняючих перешкод, як от: дерев, будівель, високих труб, горбів. В таких умовах робоче колесо

встановлюється звичайно не нижче як 15 м, при чому потрібно, щоб нижній край його був на 2—4 м вищий за групу дерев, будівель і т. ін., які знаходяться в радіусі 200—400 м від башти.

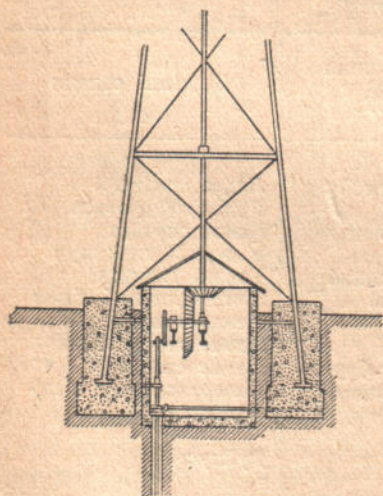


Фиг. 123.



Фиг. 124.

Величина діаметра вітряних коліс двигунів коливається від 2 до 20 м. При діаметрі до 6 м штанга з'єднана в насосній шахті з коромислом, яке врівноважується контрвагою (фиг. 124), коли ж діаметр колеса більший як 6 м, то роблять зубчасту трансмісійну передачу (фиг. 125).

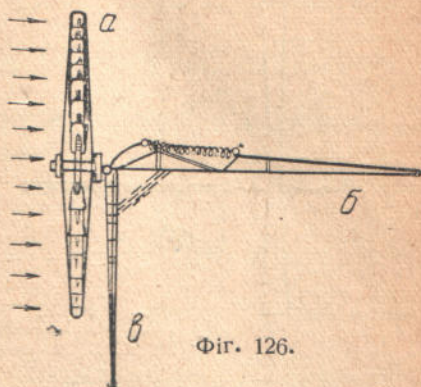


Фиг. 125.

Щоб висвітлити питання про вибір системи вітряних двигунів, наводимо деякі відомості про американські двигуни системи «Екліпс» і про союзні вітряні двигуни ЦАГІ, ЦВЕІ, херсонського заводу та інші; ці двигуни мають просту конструкцію і з економічних міркувань їх можна використовувати в радгоспах і колгоспах. Взагалі вітряні двигуни можна поділити на дві групи: а) багатолопасні і б) з малою кількістю крил. Багатолопасні двигуни відрізняються своїм зовнішнім виглядом; крила їх мають форму вузьких планок з дерева або листового заліза і

розміщені в кільці. Вони відзначаються великою видатністю і мають просту конструкцію, проте не такі швидкохідні, як двигуни з малою кількістю крил. Тип багатолопасного двигуна системи

«Екліпс» зображений на фіг. 126. Він складається з лопастей *a*, зв'язаних з валом колеса. Колесо регулюється відповідно до сили вітру боковим регулювальним щитом *b*. Процес саморегулювання полягає в тому, що звичайно колесо встановлюється проти вітру за допомогою стерни *b*, яке регулюється пружиною. Якщо вітер починає переходити за межі нормальної швидкості, яка дорівнює 7—8 м за секунду, отже, тисне на бокове крило *b*, перемагаючи частину опору пружини, то колесо *a* набуває скісного положення щодо напрямку стерни *b* (фіг. 127).



Фіг. 126.

При великому вітрі (з швидкістю понад 10 м за секунду) колесо *a* розміщується паралельно стерну *b* і вітер проходить між лопастями колеса *a* (фіг. 128).

На фіг. 129 наведений тип двигуна «Екліпс» без бокового крила. Вал колеса встановлюється збоку від осі стерни. Двигуни цього типу виготовляються в СРСР на заводі ім. Артема (у Дніпропетровську) і на мелітопольському заводі «Двигатель» (фіг. 130).

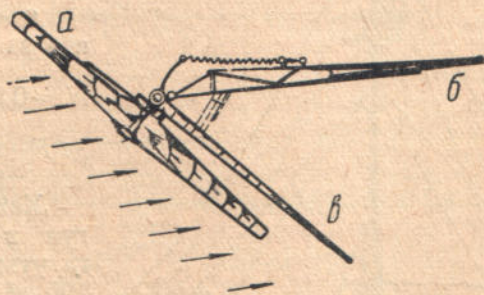
Вітряні двигуни з малою кількістю крил мають рівномірний хід, сталие число обертів, автоматичне регулювання і дешевші за багатолопасні.

До цих двигунів належать двигуни ЦАГІ (фіг. 131). Вони приводяться в рух при вітрі швидкістю 3,5—4 м за секунду, тим часом як багатолопасні двигуни роблять при менших швидкостях (2—2,5 м).

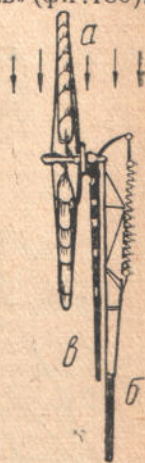
Через те, що конструкція їх складна, вони також вимагають і пильнішого нагляду, ніж багатолопасні. Крила цих двигунів порожні і оббиті оцинкованим залізом. В них є стерни (відкрilки), які тримають крила двигуна під певним кутом щодо напрямку вітру.

Щоб число обертів двигуна було сталим, відкрilки з'єднуються з відцентровими регуляторами. В СРСР вітряні двигуни виготовляються на заводах в Херсоні, Мелітополі та інш. Марки цих двигунів такі: тихохідних багатолопасних—ВД-5, ВД-8, Клімакс мелітопольський, а швидкохідних малолопасних—ЦАГІ, Д-8, ЦВЕ1, Д-12, ПД-5 та інші. В умовах радгоспів варто було б використовувати багатолопасні двигуни, тому що в них початковий момент більший, ніж у малолопасних, конструкція крил простіша.

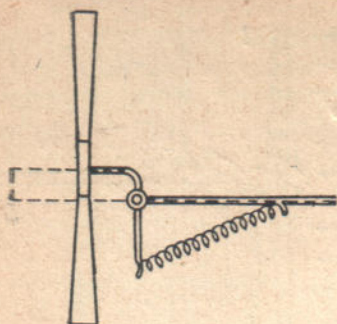
Потужність повітряного двигуна визначається за формулою:



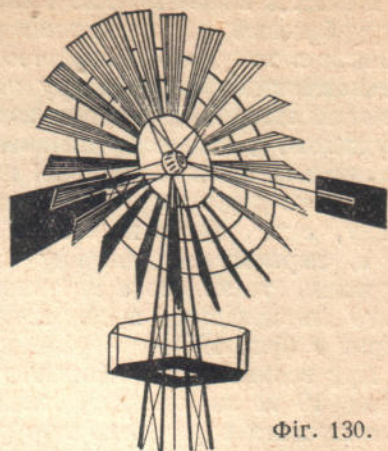
Фіг. 127.



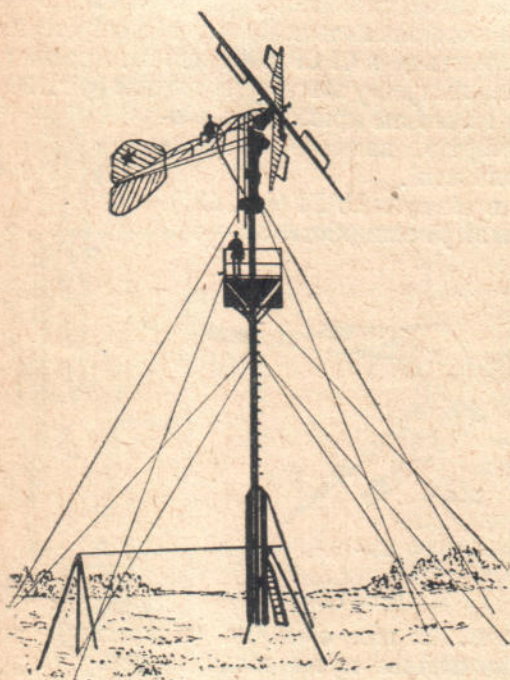
Фіг. 128.



Фиг. 129.



Фиг. 130.



Фиг. 131.

$$N = 0,000654 \cdot c \cdot d^2 \cdot v^3, \quad (32)$$

де N —потужність двигуна в кінських силах на крилах його,
 c —коефіцієнт використання енергії вітру = $0,30 \div 0,40$,
 d —зовнішній діаметр крил,
 v —швидкість вітру, або за формулою:

$$N = 0,00083 \cdot c \cdot F \cdot v^3, \quad (33)$$

де F —площа круга, утвореного крилами.

Хай у радгоспі є двигун з поверхнею круга, утвореного крилами, 100 м^2 , а середня швидкість вітру становить 5 м/сек . Коефіцієнт же c дорівнює $0,3$. Корисна потужність від цього двигуна на валу машин буде:

$$N = 0,00083 \cdot 0,3 \cdot 100 \cdot 125 = 3,11 \text{ к. с.}$$

Якщо даному радгоспові або колгоспові потрібний двигун потужністю 10 к. с. , а середня швидкість вітру становить 6 м/сек , то при $c = 0,40$ діаметр крил d вітряного двигуна і поверхня круга, утвореного ними, мають бути:

$$F = \frac{10}{0,000346 \cdot 6^3} = 134 \text{ м}^2$$

$$d = \sqrt{\frac{F \cdot 4}{\pi}} = \sqrt{\frac{134 \cdot 4}{3,14}} = 13,1 \text{ м.}$$

Далі наводяться дані про видатність вітряних двигунів діаметром крил 4,75 м, які використовуються на практиці.

Таблиця 36

Видатність вітряного двигуна діаметром крил 4,75 м

Висота підіймання води (в м)	Насос		Мінімальна видатність за добу при невеликому вітрі (4 м/сек) (у відрах)
	D поршня (в мм)	Хід поршня (в мм)	
10	190	200	8 100
20	135	200	4 000
30	115	200	2 700
40	110	200	2 000
50	90	200	1 600
60	80	200	1 350
70	75	200	1 150
80	70	200	1 000
90	65	200	900
100	60	200	800

Орієнтовно розміри вітряних двигунів можна визначати за такою таблицею:

Таблиця 37

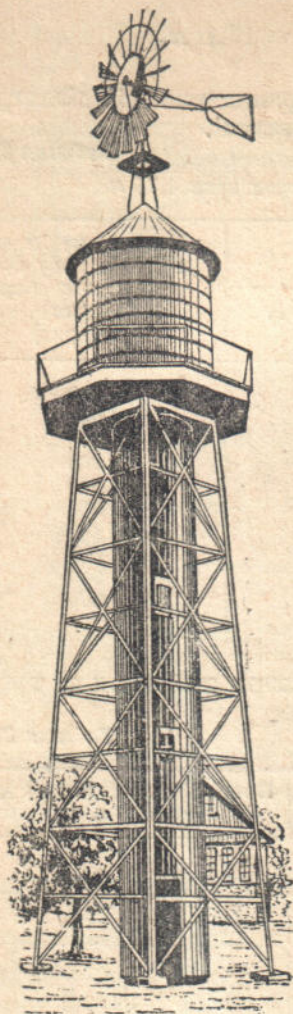
Діаметр колеса вітряного двигуна (в м)	Проекція поверхні крил (в м ²)	Число обертів за хвилину			Потужність вітряного двигуна в к. с.		
		при швидкості вітру (в м/сек)					
		5	7	8	5	7	8
2.5	2	72	86	98	0,36	1,0	1,4
3	2,8	64	46	95	0,4	1,4	2
3,5	3,9	50	60	70	0,7	2	3
4	4,8	42	62	64	0,9	2,4	3,5
4,5	6,3	40	50	60	1,1	3,1	4,6
5	7,3	36	45	54	1,3	3,6	5,3
5,5	9,2	34	42	51	1,7	4,5	6,7
6	10,4	31	38	46	1,9	5,1	7,6
6,5	12,6	29	36	44	2,3	6,2	9,2
7	14	25	32	40	2,5	7	10

Повітряний двигун можна встановлювати безпосередньо над колодязем, і тоді рух від двигуна до насоса передається за допомогою

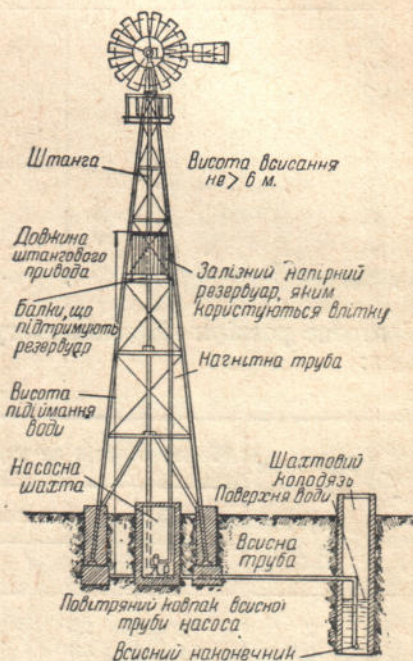
штанги; при цьому насос всисає воду всисною трубою і нагнітає її в напірний бак по нагнітній трубі.

На фіг. 132 зображена американська вітряна водокачка, в якій вода з джерела подається у водонапірну башту за допомогою артезіанського насоса, що встановлений у свердловині і приводиться в рух вітряним двигуном.

На фіг. 133 подана вітряна насосна установка, встановлена осторонь від джерела водопостачання. Вода з шахтового колодязя всисається з глибини до 6 м і нагнітається насосом, встановленим у другій шахті, в резервуар, що живить



Фіг. 132.



Фіг. 133.

водопровідну сітку літом. Вирахування вітряної насосної установки зводиться до визначення:

а) потрібної кількості води на добу в літрах, б) потрібної витрати води в колодязі за секунду, що встановлюється за формулою:

$$q = \frac{Q \cdot 1000}{t \cdot 60 \cdot 60} \text{ л} \quad (34)$$

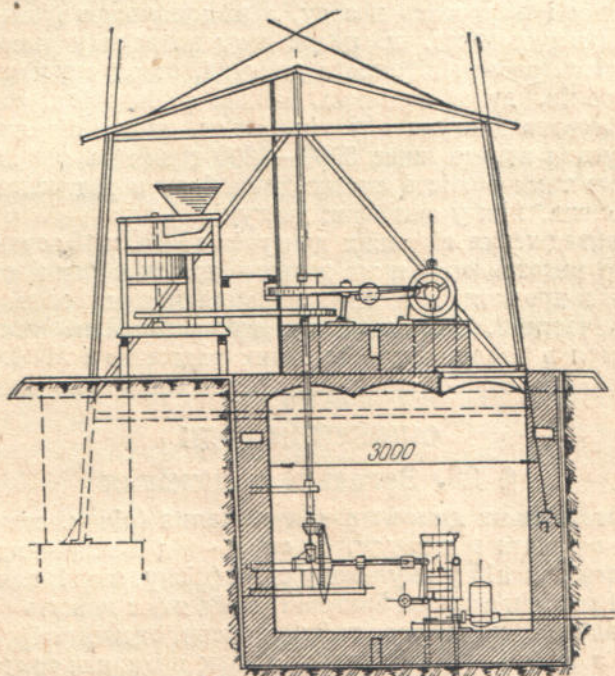
і в) потрібної потужності на валу двигуна, яка визначається за формулою:

$$N = \frac{qH}{\eta_1 \eta_2 75},$$

де N — висота всасання плюс нагнітання і втрати в трубах,

η_1 — коефіцієнт корисної дії насоса — 0,70 — 0,80;

η_2 — коефіцієнт корисної дії передавального механізму — 0,70 — 0,95.



Фиг. 134.

Діаметр двигуна визначається за формулою:

$$N = \frac{0,000654 \cdot c \cdot d^2 \cdot v^3}{K},$$

$$d = \sqrt{\frac{N \cdot K}{0,000654 \cdot c \cdot v^3}}, \quad (35)$$

де K — коефіцієнт запасу потужності (при потужності двигуна від 2 до 5 к. с. K становить від 1,2 до 2,0),

v — потрібна швидкість вітру, що в середньому становить 5 м/сек.

Число обертів у вітряних двигунів визначається за формулою:

$$n = \frac{19,3 \cdot m \cdot v}{d}, \quad (36)$$

де n — число обертів за хвилину, m — коефіцієнт модульності, що становить в середньому для багатолопасних коліс $m = 1,2$, а для малолопасних — $m = 6,0$.

В умовах ділянкової садиби доцільно використовувати комбіновані водопідіймальні установки, які приводяться в рух вітряним двигуном і трактором і при яких обов'язково треба влаштувати запасні баки або підземні резервуари.

На фіг. 134 зображена комбінована вітросилова установка, в якій за допомогою пасової передачі обертання передається від вала до динамомашини і млинового посаду, а за допомогою зубчастих коліс приводиться в рух насос, що подає воду на велику висоту.

Собівартість роботи вітряного двигуна, строк служби якого становить 20 років, дуже невелика, менша собівартість роботи локомотива, нафтового двигуна і т. ін. Отже, якщо вітряний двигун використовувати всього лише 3000—4000 годин на рік замість 6000 годин, то все таки вартість сило-години його в радгоспах і колгоспах буде менша, ніж у теплових двигунів.

Для впровадження вітряних двигунів треба, щоб основні частини до них, при виготовленні яких застосовуються складні способи (виливання, штампування і т. ін.), вироблялися на спеціальних заводах, а ті частини, для яких непотрібне складне устаткування, виготовлялися в ремонтних майстернях радгоспів і МТС.

РОЗДІЛ VI

ОЧИЩЕННЯ ВОДИ

§ 26. Загальні положення

Воду поверхневих джерел водопостачання (річок, ставів і озер) доводиться очищати від бруду, а саме — від механічних домішок, що знаходяться в ній у змуленому стані (піску, землі, глини, залишків тварин і рослин, а також бактерій, серед яких можуть бути хвороботвірні бактерії черевного тифу, холери, дезинтерії і т. ін.). Крім того, з води іноді доводиться також видаляти розчинені в ній солі — кальцію, магнію, заліза, мангану і т. ін., або газу — водень-сульфід, карбонатну кислоту (дегазація води).

Очисні споруди, що використовуються для сільського водопостачання, повинні в основному задовольняти всі ті вимоги, що і споруди, використовувані в міських умовах.

Коли вода забирається з відкритих водойм (річок, озер, ставів і т. ін.), то їй дають устоятися, фільтрують її і знезаражують (здебільшого хлорують). Підземні води при глибокому заляганні водоносного шару (напірні, артезіанські) часто можна використовувати зовсім необробленими. Лише тоді, коли в підземних водах є в розчиненому стані деякі речовини, кількість яких більша за допустиму для господарсько-питних або технічних потреб (див. розділ «Якісна оцінка води для водопостачання радгоспів, колгоспів і МТС»), ці води обробляють тим або іншим способом — видаляють з них залізо, заб'якшують і т. ін. Грунтові води, залежно від якості і ступеня забрудненості їх, використовують теж неочищеними або обробляють

їх. В деяких випадках обмежуються лише знезаражуванням води — хлоруванням.

Воду з відкритих водойм найлегше очищати при забиранні її за допомогою інфільтраційних колодязів, галерей і т. ін. (див. відповідний розділ), бо вода, інфільтруючись через піщану берегову товщу, настільки очищається від змулених частинок і бактерій, що набуває властивостей підземних вод. В таких випадках досить лише обмежитися хлоруванням води або можна не очищати її зовсім. Не очищати воду можна тільки тоді, коли інфільтраційно-каптажні споруди зроблені на достатній віддалі від берега (не менш як за 25 м) і коли при повторних хеміко-бактеріологічних аналізах буде встановлено, що вода достатньо чиста.

В умовах сільського водопостачання при забиранні води з річок часто влаштовують водоприймачі з штучною фільтруючою обсіпкою або засипкою, вважаючи, що такі споруди можуть замінити очисні споруди. Цьому виду водозаборних споруд приділяється багато уваги в усіх майже роботах по сільському водопостачанню і не подається достатньої критичної оцінки їх. Фільтруюча обсіпка приймальних кінців труб, а також фільтруючий шар від водоприймача до берегового колодязя, є зовсім незадовільними з санітарно-технічного погляду. В усіх цих спорудах фільтруюча поверхня є недостатньою для задовільного очищення води, через що при досить значних швидкостях проходження води через фільтруючий шар змулені частинки глибоко проникають у пори фільтруючого матеріалу (цього не буває при правильно збудованих інфільтраційних колодязях або в спорудах для створення штучних ґрунтових вод); в цих спорудах також зовсім не передбачені очищення і зміна фільтруючого матеріалу, через що ці процеси тут надзвичайно важко провадити.

У сільських водопроводах, так само як і в міських, не можна влаштовувати з водоприймача фільтр для очищення води.

Споруди для очищення води з відкритих джерел водопостачання можна поділити на два основних типи — на споруди, в яких очищення супроводжується коагулюванням води, і споруди, в яких очищення провадиться без використання коагулянта.

При виборі того або іншого методу зважають на те, чи можна одержати і чи зручно доставляти коагулянт.

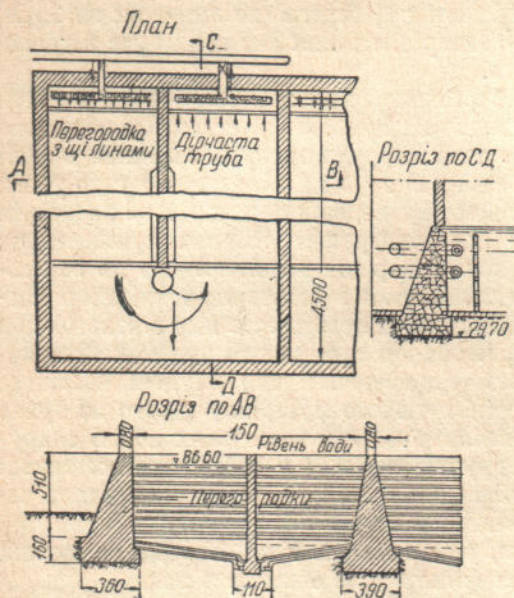
Очисні споруди для сільського водопостачання мають бути якнайпростішими і недорогими.

§ 27. Устоювання

Вода устоюється в особливих резервуарах — устійниках. Розрізняють два види устоювання: а) просте устоювання без коагуляції; б) устоювання, перед яким провадиться коагуляція.

Вода безперервно протікає через устійники з швидкістю 1—15 м за секунду. Якщо вода не коагулюється, то тривалість устоювання становить 8—24 години; при коагулюванні ж води устоювання триває 3—4 години. Устійники можуть бути відкриті і закриті. Відкриті устійники дешевші, але закриті кращі, бо в них не може потрапити

бруд і на воду в них не так діють коливання зовнішньої температури, як у відкритих устійниках. Щоб зменшити вартість споруд, особливо на півдні, при водопостачанні радгоспів і колгоспів можна використовувати відкриті устійники, обов'язково обгороджуючи їх так (як і взагалі всі очисні установки), щоб вони не могли забруднитися чимось зовні. Осадкові басейни можна робити з цегли, покладеної на цементному розчині, або з каменю чи залізобетону. Найпростішим видом устійника є відкритий земляний басейн з укосами 1 : 2¹/₂—1 : 3, що викладаються каменем (краще на цементному розчині).



Фіг. 135.

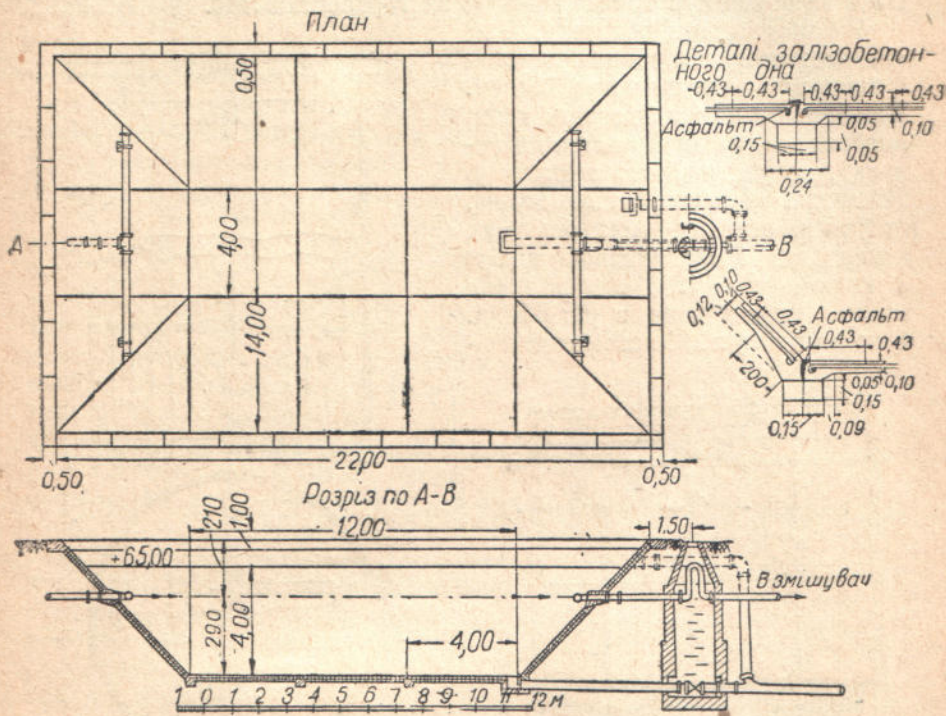
Щоб вода рівномірно рухалась по перерізу устійника, треба біля входу її в устійник встановлювати відповідні пристрої. Одним з найкращих таких пристроїв є дірчаста дерев'яна перегородка, яку ставлять у передній частині устійника після впускної труби. Отворів у перегородці має бути стільки, щоб загальна площа їх давала змогу протікати воді через них з швидкістю 0,2—0,3 м/сек (фіг. 135).

На фіг. 136 наведений відкритий залізобетонний устійник. Щоб зменшити товщину стін, їх роблять з похилом, який відповідає приблизно куту природного укосу. Товщина бетонної плити становить 150—100

мм; проти температурних напружень у плиті укладається сітка з 13-міліметрового заліза, що становить 0,5% об'єму бетону. Через кожні 4—6 м між плитами залишаються шви, які заливаються асфальтом. Під швами роблять бетонні ребра.

Впускається і випускається вода на глибині 1,5—2,0 м від рівня води в устійнику. Як впуск, так і випуск води провадиться по Т-подібних трубах, з отворами діаметром 20—25 мм внизу. При такій будові устійник краще використовується по всій своїй ширині. Рівномірного ж розподілу води по глибині досягають за допомогою дірчастої перегородки. Випуск має колінчастий (сифонний) перелив для того, щоб підтримувати рівень води в устійнику вище впускних отворів. Простішою спорудою, при якій вода впускається по всій ширині устійника, буде переливний жолоб, встановлений у передній частині устійника. Проте цей жолоб є менш досконалим, ніж дірчасті перегородки або Т-подібні труби. Глибина устійників — 3,5—4,5 м.

Коли в воді є дуже дрібні змулені частинки, наприклад, навесні в багатьох річках, то звичайним устоюванням майже не можна повністю прояснити воду. В таких випадках устоювання доводиться провадити дуже довго, в результаті чого збільшується потрібна загальна ємність устійників, отже, набагато здорожчуються очисні



Фиг. 136;

споруди. Ось тоді то й застосовують устоювання з коагуляцією. Процес коагуляції полягає в тому, що до води, яка має устоятися, заздалегідь додаються коагулянти. Коагулянти — це хемічні реактиви, які можуть утворювати з солями води $Ca(HCO_3)_2$ пластівці, що, осідаючи, адсорбують (захоплюють з собою) найдрібніші змулені частинки і бактерії. Як коагулянт найчастіше використовують алюміній-сульфат, рідше — залізний купорос, вапно, галун і т. ін.

Тип вертикального устійника зображений на фиг. 137. Вода, яку треба очистити, надходить у центральну трубу d_1 , змішуючись попереду з розчином коагулянта, і пересувається по цій трубі згори донизу з швидкістю $v = 25-30$ мм/сек.

Коли вода вийде з труби, швидкість її різко зменшується і вона повільно рухається вгору у кільцевому просторі (з швидкістю 0,4—0,5 мм/сек). При цьому з неї осідають пластівці коагулянта, захоплюючи з собою змулені частинки. Очищена вода переливається в круговий жолоб і відводиться звідси. Устійники вертикального типу,

як і горизонтальні, можна збудувати з цегли, бетону або залізобетону. В умовах радгоспів і колгоспів, де доводиться очищати порівняно невеликі кількості води, при устюванні з коагуляцією слід віддавати перевагу круглому устійнику вертикального типу, тому що ефект від роботи в ньому буде не гірший, ніж у горизонтальному, і він коштуватиме трохи дешевше за горизонтальний.

Як вже казали попередю, вода спочатку змішується з коагулянтном і лише тоді надходить в устійники. Для повного циклу очищення треба попередю заготовити розчин коагулянта, дозувати його, змішати в змішувачі з очищуваною водою, провести контакт між розчином коагулянта і очищуваною водою в камері реакції і лише після цього пускати воду в устійники. В невеликих установках можна зов-

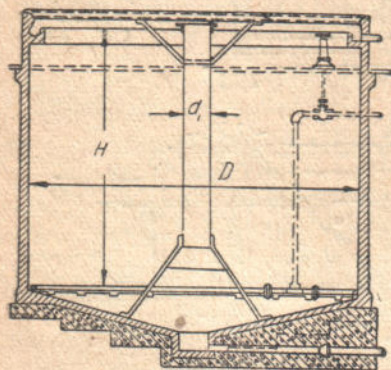


Fig. 137.

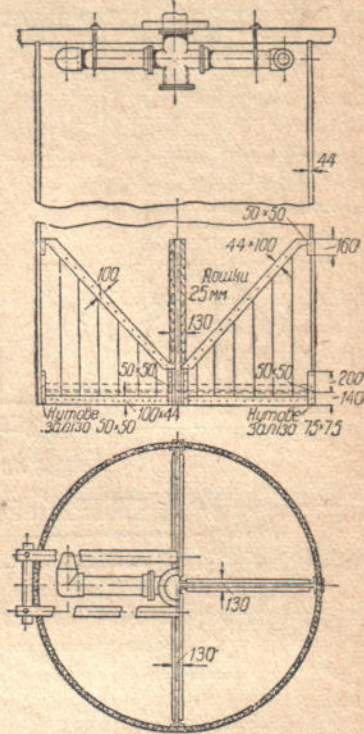
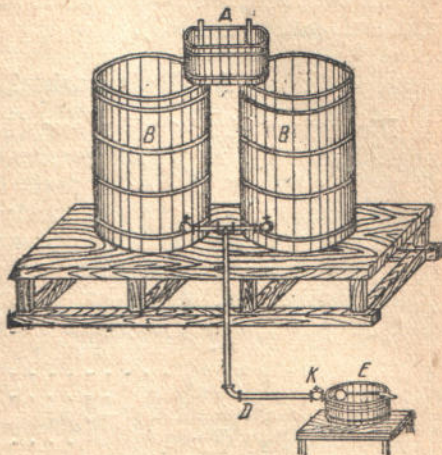


Fig. 138.

сім не робити окремої камери реакції, і тоді реакція у воді між алюміній-сульфатом і гідрокарбонатами кальцію та магнію, яка закінчується утворенням пластівців нерозчинного гідроалюмінію, відбуватиметься у передній частині устійника (при горизонтальному устійнику). При вертикальних устійниках доцільно робити центральну трубу у вигляді вирової камери реакції. На фіг. 138 подана подібна споруда. Вода, до якої заздалегідь додається розчин коагулянта, надходить з швидкістю 1,5 м/сек з нерухомих сопел (двох, трьох), розміщених у вигляді нерухомого сегнерова колеса, у центральну трубу по дотичній до її горизонтального перерізу. Центральна труба в таких випадках розраховується на 15—30-хвилинну реакцію. У нижньому кінці труби зроблений так званий гасник з дощок, поставлених вертикально нахрест. Цей гасник має припиняти дальше обертання води перед тим, як вона виходить в устійник.

Установка для виготовлення розчину коагулянта (фіг. 139) складається з бака для переднього змішування *A*, двох розчиняльних баків *B* і дозувального бачка *E*. Максимальну дозу коагулянта при розрахунках орієнтовно визначають в середньому як 60—100 мг на 1 л води.

На практиці при експлуатації дози коагулянта коливаються від 10 до 100 мг і більше; максимальна доза береться в момент найбільшого забруднення річки (під час повені). В умовах експлуатації величину дози визначають відповідно до справжньої ваги проданого продукту, тобто включають воду і домішки, через що вона стає приміром вдвоє-втричі більша, ніж доза безводного продукту. Коли коагулянт розчиняється в розчиняльному бакові, його треба перемішувати дерев'яним веслом. Труби, по яких відводиться розчин,



Фіг. 139.

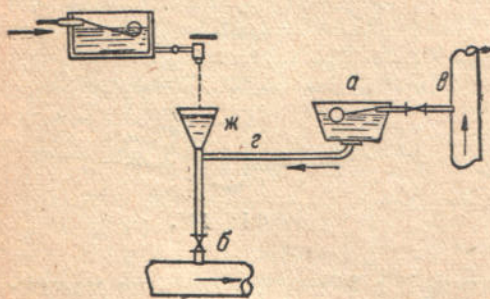
приєднуються на 100 мм вище дна бака. Робочих баків роблять два і кожний з них розраховується на повну видатність; доки з одного бака витрачається розчин (через дозувальний бачок), в другому бакові готується і устоюється розчин. Дозувальний бачок має на впускній трубі *D* кульовий кран *K*, яким регулюється рівень розчину. Ємність робочого бака розраховується на 6—8 годин роботи. Міцність розчину становить 3—5%.

Щоб додати розчин коагулянта до очищуваної води, його при невеликих установках найзручніше вводити у всисну трубу насоса; на фіг. 140 наведена схема подібної установки, запропонованої проф. В. Г. Турчиновичем.

Частина води з напірної труби *б* повертається у всисну через додатковий бачок *a* з кульовим краном.

До дна бачка прироблена труба *г*; до цієї ж труби приєднана і лійка *ж*, через яку вводиться реагент. Кількість води, що всисається, регулюється краном *б*.

Коли буде припинене подавання реагента, вода з напірної труби все ж надходитиме через бачок у всисну трубу і не дасть повітрю проникнути в неї. Наглядати за дозуванням розчину може машиніст насосної станції. У більших установках можна використовувати спеціальні змішувачі.



Фіг. 140.

§ 28. Фільтрація води

Вода фільтрується піщаними фільтрами. Відповідно до швидкості фільтрації, фільтри поділяються на повільнодіючі (англійські) і швидкодіючі (американські).

А. Повільнодіючі (англійські) фільтри

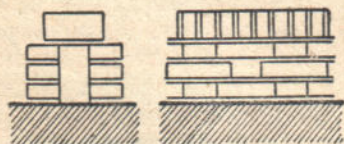
Швидкість фільтрації в англійських фільтрах звичайно доходить до 100 мм/год, а в американських — до 4—6 м/год. Англійські фільтри займають в 40—60 разів більшу площу і коштують в кілька разів дорожче, ніж американські; при однаковій видатності експлуатація англійських фільтрів коштує дешевше, ніж американських; крім того, англійські фільтри простіші в експлуатації.

В англійських фільтрах складові частини фільтруючого шару можуть розміщатися в такій послідовності:

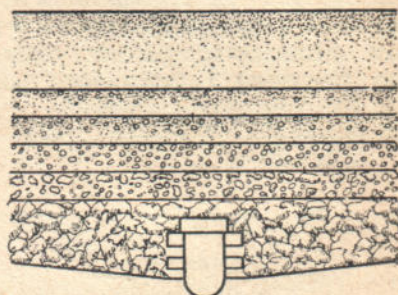
Шар води	600—1000 мм
Дрібний пісок	600 мм
Великий пісок (2—3 мм)	80 мм
Хрящ (6—10 мм)	80 мм
Хрящ (15—25 мм)	120 мм
Хрящ (30—50 мм)	120 мм
Щебінь (50—60 мм)	120—150 мм

Шари води над піском мають бути заввишки близько 1 м.

Дренаж англійських фільтрів, тобто споруда, в яку надходить



Фіг. 141.



Фіг. 142.

профільтрована вода і яка відводить її з фільтра, мусить по можливості рівномірно збирати воду з усієї площі фільтра.

Найпростішою дренажною спорудою є цегляні канали з ажурними стінами (фіг. 141); посередині фільтра проходить головний канал, що укладається цілком або наполовину нижче дна; бокові канали прокладаються на дні. Дренажні канали обсыпаються великим щебенем (фіг. 142).

Найдосконалішим типом дренажу, що рівномірно збирає воду по всій площі фільтра, є дренаж у вигляді суцільного другого днища з продірявлених залізобетонних плит, укладених на бетонних кубиках.

У невеликих фільтрах, що влаштовуються в дерев'яних баках, дренажний пристрій може мати вигляд дерев'яних ґрат; робиться він з 25-міліметрових дощок, покладених на ребро, з 25-міліметровими

проміжками між ними (аналогічно до дренажу малого опору в швидкодіючих фільтрах).

У повільнодіючих фільтрах потрібний деякий час, приблизно від 1 до 2 діб, щоб фільтр дозрів, тобто щоб на поверхні піску утворилася плівка із змулених у воді частинок; ця плівка відіграє головну роль в очищенні води на повільнодіючих фільтрах. Завдяки такій плівці, повільнодіючі фільтри не тільки прояснюють воду, а й знезаражують її, тобто затримують бактерії.

Приблизно 1 раз на місяць треба очищати фільтр, тобто знімати верхній шар піску на глибину 1—3 см, і досипати після кількох очищень свіжий, добре промитий кварцовий пісок відповідного розміру (свіжий пісок досипають тоді, коли після 10—12 очищень товщина шару піску зменшиться приблизно до 0,3 м).

У фільтрі треба підтримувати весь час приблизно однакову швидкість фільтрації. Для цього в великих установках у відповідних камерах встановлюють різні регулятори витікання (наприклад, рухомий первал Ліндлея і т. ін.).

При зростанні опору в фільтрі різниця рівнів води на фільтрі і у відповідній камері збільшується, через що підтримується стала швидкість фільтрації.

Повільнодіючі перекриті зверху фільтри мають вентиляційні труби і люки.

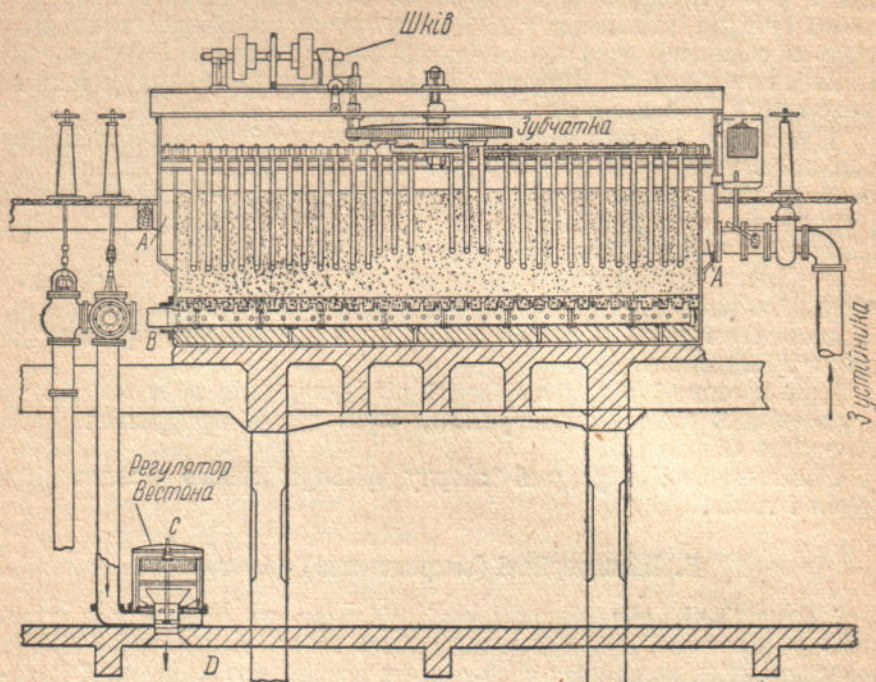
Б. Швидкодіючі (американські) фільтри

Швидкодіючі, або американські, фільтри не тільки коштують набагато дешевше, а й краще видаляють забарвлення води і краще очищають дуже каламутну воду під час повені. Без коагуляції каламутна вода часто дуже погано устоюється.

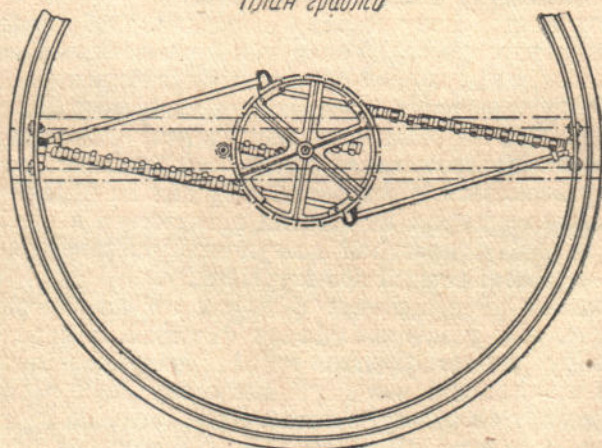
Вибираючи ту або іншу систему очищення, треба завжди враховувати не тільки вартість самих споруд, а й умови їх дальшої експлуатації. Треба пам'ятати, що добрих результатів можна добитися лише тоді, коли за виготовленням і дозуванням коагулянта, а також і за роботою швидкодіючих фільтрів, наглядатиме компетентна особа. В американських фільтрах, що очищають коагульовану воду, поверхнева плівка утворюється в результаті осідання на поверхні фільтра пластівців коагулянта, які не встигли відкладатися в устійнику. Як уже казали попередю, пластівці коагулянта утворюються ще перед фільтрами — в камері реакції або в устійнику.

В самопливних швидкодіючих фільтрах плівка утворюється набагато швидше, ніж у повільнодіючих фільтрах, а саме за 10—15 хвилин. В міру роботи фільтра плівка поступово потовщується в результаті відкладання якнайдрібніших змулених частинок, при чому втрата напору на фільтрі зростає. Коли загальна втрата напору у швидкодіючому фільтрі дійде 3,0—3,5 м, його треба промити зворотною течією води. Промивати його так слід 1—2 рази на добу залежно від ступеня забрудненості води. Тривалість промивання безмішалкових фільтрів становить 5 хвилин, а мішалкових — 8—10 хвилин.

За інтенсивністю промивання, тобто кількістю промивної води яка подається на 1 м^2 в л/сек, розрізняють швидкодіючі фільтри з малою інтенсивністю промивання (3—6 л/сек) — фільтри мішалкового



План греблів



Фіг. 143а.

типу — і фільтри з інтенсивним промиванням (10—15 л/сек) — безмішалкові фільтри. Тепер мішалкові фільтри використовуються рідко, та й то для невеликих установок.

На фіг. 143 а і б наведений мішалковий фільтр системи Джуель. Коагульована і устояна вода підводиться в кільцевий жолоб А. Профільтрована через пісок вода збирається укладеним по дну трубасти дренажем, відводиться в збирну трубу В, в регулятор витрати Вестона С і звідси в резервуар чистої води D (фіг. 143 а). Промивна вода з насоса надходить по трубі G в дренаж і далі через гравійний шар і пісок відводиться з бокових жолобів в каналізацію по трубі K (фіг. 143 б). Для перемішування служать обертові граблі, що роблять 6—9 обертів за хвилину і приводяться в рух невеликим електромотором (3—5 к. с.) за допомогою пасової передачі. Безмішалкові фільтри, які промиваються виключно в результаті інтенсивного подавання промивної води, роблять з дренажем більшого опору (трубчастий, сисунковий і т. ін.) і з дренажем малого опору (дерев'яний дренаж).

Кращий, найбільш надійний дренаж з великим опором найчастіше влаштовують у вигляді системи паралельних трубок, які відходять в обидва боки від головної живильної труби (фіг. 143 б). Тут трубчастий дренаж застосовується в круглому фільтрі, але такий же тип дренажу використовується і в прямокутних резервуарах. Площа всіх дірочок у трубках має становити 0,2—0,3% площі фільтра. Дірочки направлені вниз до дна, щоб вони не засмічувалися. Діаметр трубочок становить від 50 до 100 мм залежно від величини фільтра.

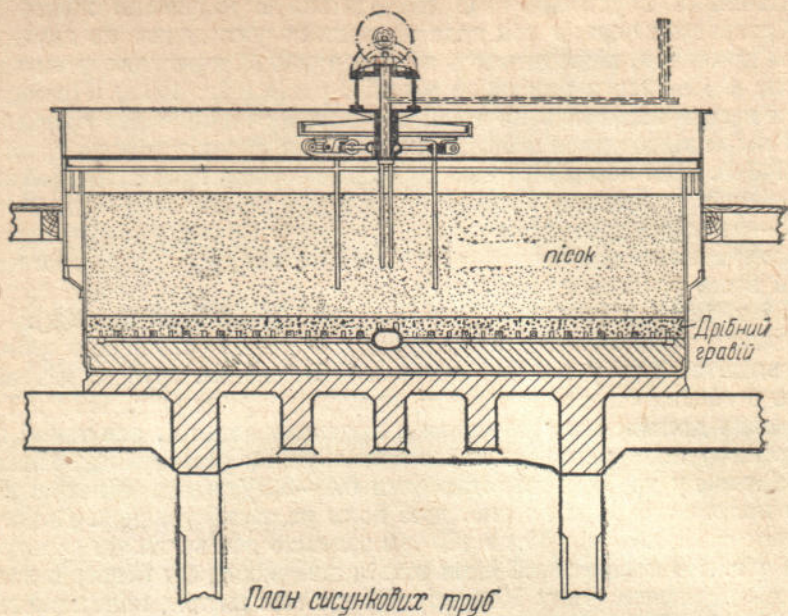
На фіг. 144,а наведений один відділ швидкодіючих фільтрів з дерев'яним дренажем (типу Комунбуду), що має вигляд колосникових ґрат. На фільтр вода надходить по трубі с, що закінчується в збирному жолобі. Шар води над піском при фільтрації — 1,2 м, товщина шару піску—0,75—0,60 м. Пісок кварцовий, добре промитий, з ефективною величиною зерен 0,35—0,45 мм і коефіцієнтом однорідності не більшим як 1,6. Під піском розташовані підтримні шари гравію і гальки, розмір яких можна визначати за наведеною далі таблицею, рахуючи шари згори вниз.

Таблиця 38

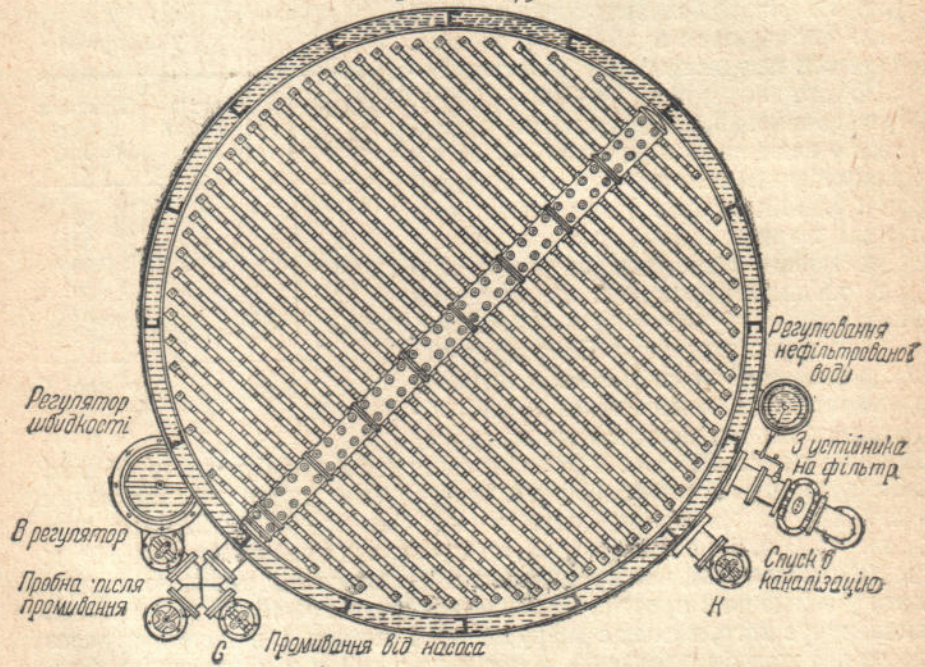
Номер шару	Межі величини (в мм)	Товщина шару (в мм)
1	1,0—2,0	50
2	2,0—4,0	50
3	4,0—8,0	100
4	8,0—16,0	100
5	16,0—32,0	150
6	32,0—64,0	150
Разом . . .		600

Конструкція дренажу Комунбуду така: міждонний простір заввишки 0,8 м перекривається колосниками з 25-міліметрових дощок, поставлених на ребро.

Ширина дощок 225 мм. Щоб між цими дошками був зазор 25 мм, між ними через кожні 650 мм вставляють дерев'яні прокладки (фіг. 144, б). Колосники лежать на балках 225 × 225 мм, завдовжки 2,0 м, і притримуються по краях заклиненням брусом 100 × 50 мм. Вода під час промивання підводиться під кишеню, надходить у міждонний простір, підіймається через гравійний шар і пісок, скаламучує його, вимиває забруднення і пилку і відводиться через дерев'яні жолоби в кишеню, а потім по трубі u в каналізацію. Зрозуміло, що під час фільтрації треба закривати засувки на трубах u, a і c (фіг. 144,а) і на не показаних на рисунку трубах для відведення



План сисункових труб



Фіг. 1436.

перших порцій фільтраційної води; при промиванні закриваються засувки на трубах *c* і *b*. Після промивання, до того як фільтр розробиться, треба перші порції фільтрату випускати в каналізацію по трубі, що не показана на рисунку. Щоб можна було виключити частину фільтра, коли її треба промити, фільтр ділиться на відділи. Число відділів має бути таким:

При добовій видатності	Число відділів* фільтра
до 1250 м ³	2—3
від 1250 до 2500 м ³	3—4
від 2500 до 3750 м ³	4—6
і т. д.	

Швидкість фільтрації визначається така:

при двох відділах . . .	3,25	м/год
при трьох відділах . . .	4,33	»
при чотирьох відділах	4,88	»
при п'яти відділах і більше	5	»

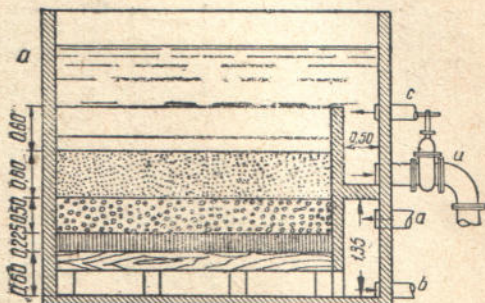
Швидкість у трубах має бути така:

у трубі, що підводить воду на фільтр . . .	0,60	м/сек
у трубі, що подає промивну воду . . .	2,0—2,5	м/сек

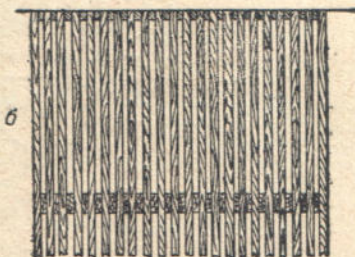
Швидкість у відповідних жолобах дорівнює 0,6 м/сек, кромка жолобів має бути на 0,6—0,7 м вище рівня піску.

Керування засувками зосереджується здебільшого в галереї, яка межує з фільтрами, але може бути і самостійним [наприклад, при двох фільтрах, для чого встановлюється перехрестя *ЕВВ* з переключеннями (фіг. 145)].

Швидкість фільтрації можна регулювати аналогічно до сказаного при описові повільнодіючих фільтрів; але через те, що амплітуда коливань величини втрат напору у швидкодіючих фільтрах є велика порівняно з повільнодіючими, доцільно для зменшення висоти стін фільтра робити комбіноване регулювання надходження і витікання; для цього на трубі, що відводить фільтрат, ставиться дросельний клапан, зв'язаний тросом з поплавцем на фільтрі. При підвищенні рівня води на фільтрі дросельний клапан відкривається, а при зниженні закривається; цього можна досягти й без дросельного клапана, відрегулювавши рукою засувку на трубі, що відводить фільтрат. На початку роботи фільтра (при незрошеному опорі), ця засувка трохи прикрита. Далі ж під час роботи фільтра при зростанні опору вона відкривається більш або менш.

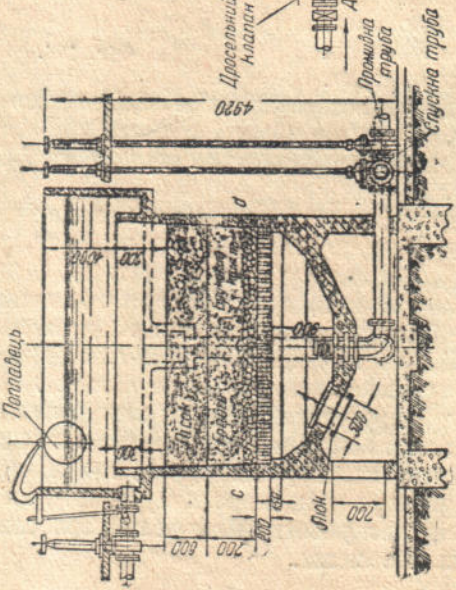


План дренажу

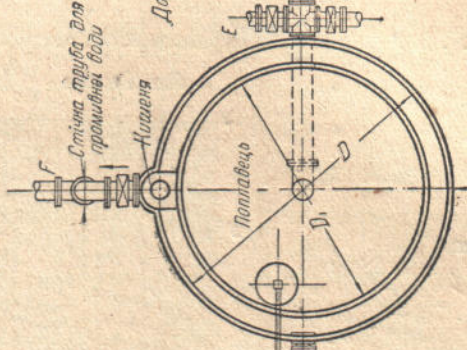


Фіг. 144.

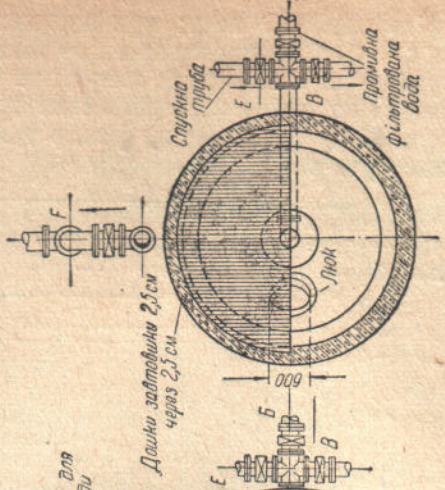
Розріз по А-Б



Вигляд зверху

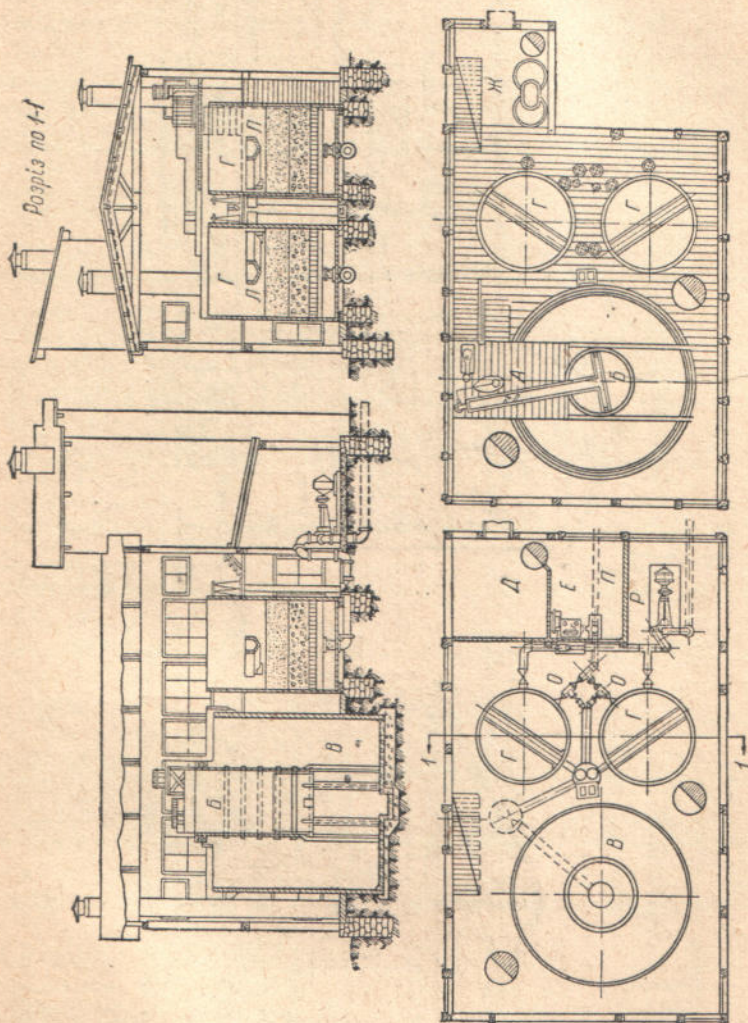


План по С-Д



Фіг. 145.

Промивна вода подається на фільтр або від спеціального промивного насоса, що включається при промиванні того або іншого відділу, або від підвищеного бака, в якому регулярно назбирується вода для промивання. В бак вода надходить або з водопроводу, або від спе-



Фіг. 146.

ціального невеликого насоса. Такий підвищений бак можна встановлювати над коагуляційною спорудою (висота бака над кромкою відвідних жолобів при дренажі малого опору визначається щось 5 м, а при дренажі великого опору — до 10 м); коли ж є водонапірна башта, то бак цей можна встановити в її корпусі.

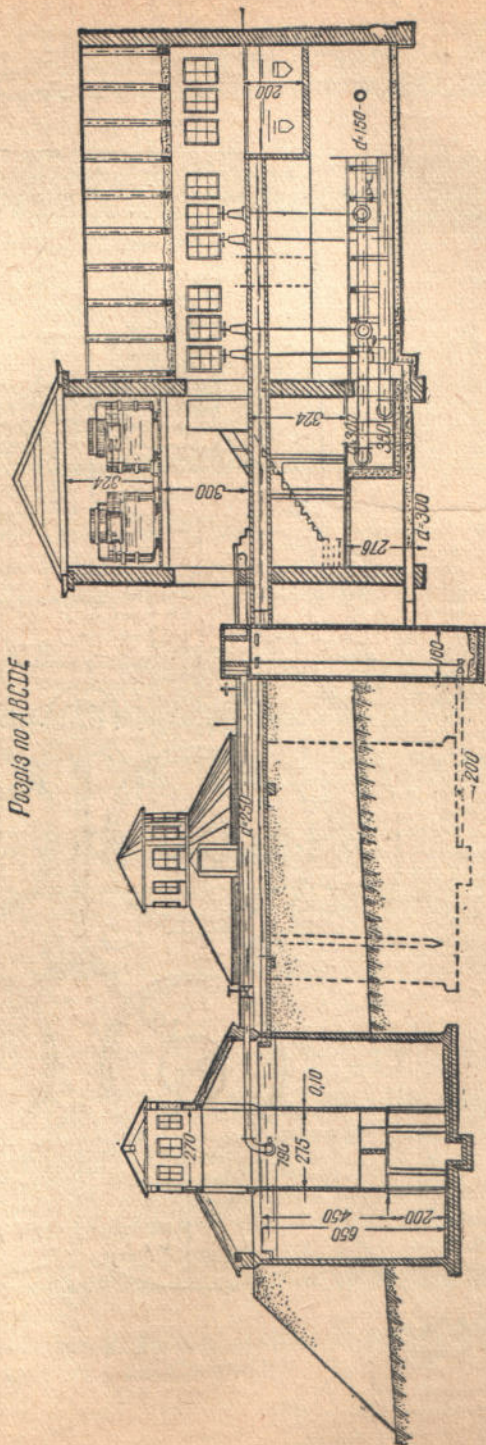
У міждонний простір підведена одна труба, якою відводиться фільтрат, подається промивна вода, а також відводяться після про-

мивання перші порції фільтрату; поза фільтром на цій трубі встановлюється перехрестя з засувкою для переключення фільтра з роботи на промивання і навпаки. На фіг. 146 зображена установка для прояснення і знезаражування води з корисною видатністю 800 м³ за годину.

Вода послідовно проходить йоржовий змішувач А, вихрову камеру реакції Б і устійник В, потім через подільний водозлив розподіляється нарівно між двома круглими безмішалковими фільтрами Г. Профільтрувавшись і пройшовши через дерев'яний дренаж, вода надходить у трубу П через регулятори О і рухається далі в резервуар чистої води. По дорозі в неї вводиться хлорна вода, що виготовляється з газоподібного хлору за допомогою хлоратора Е або з хлорного вапна, яке розчиняється в бакові Ж.

Вода для промивання подається насосом Р. Брудна вода під час промивання видаляється в середній нависний жолоб Л і з нього по трубах іде в стічний колодезь.

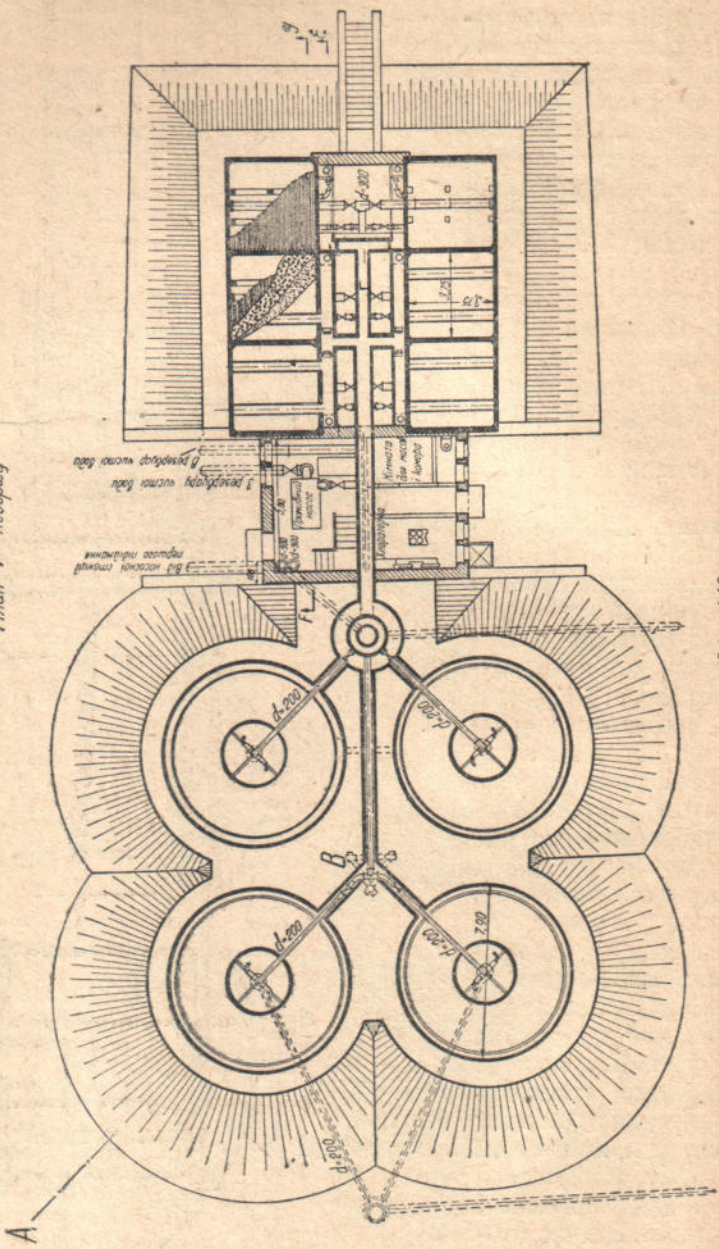
Реагентне господарство міститься в третьому поверсі над приміщенням Д, в якому знаходяться кімната для чергових і лабораторія. Під час очищення устійника вода перепускається безпосередньо з змішувача на фільтри.



Розріз по АВСДЕ

Фіг. 148.

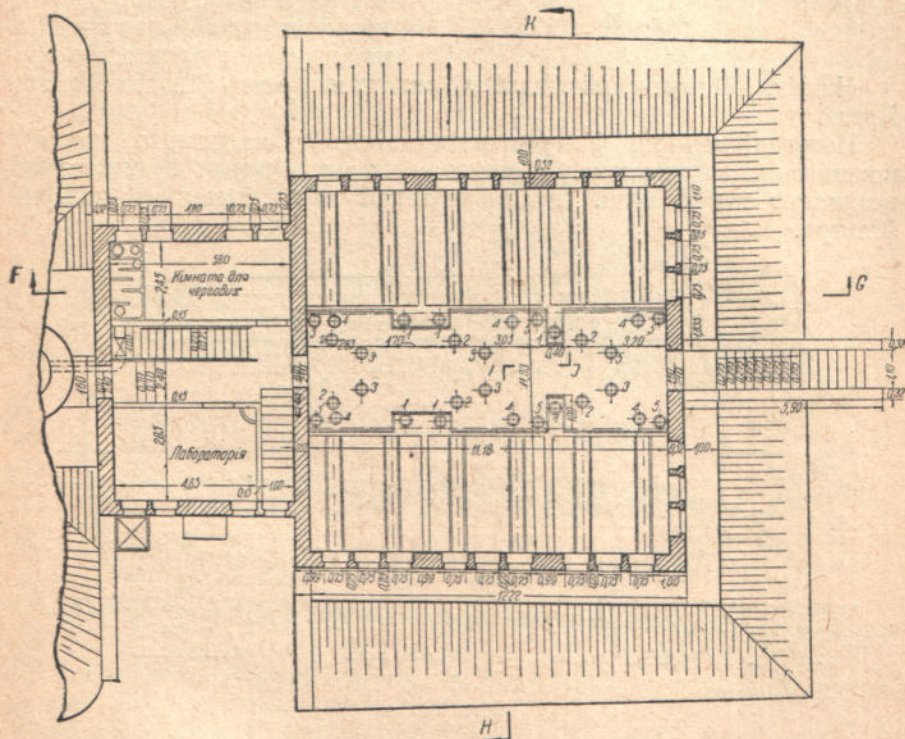
План 1^{го} полуботы



Фиг. 149.

На фіг. 147, 148, 149 і 150 наведена очисна станція видатністю близько 10 000 м³ за добу. Установка ця може служити для очищення води групових сільських і селищних водопроводів. Очисна станція складається з чотирьох вертикальних устійників з вироюю камерою реакції і швидкодіючих фільтрів на 6 відділів. Швидкодіючі фільтри запроектовані з дренажем малого опору.

На рисунках видно також реагентне господарство у надбудівлі до корпусу фільтрувальної споруди, йоржовий змішувач, промивний насос, хлораторну і т. ін. Така споруда відзначається компактністю розміщення окремих частин.



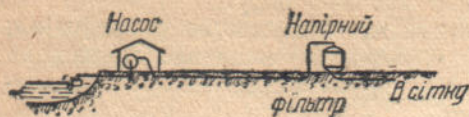
Фиг. 150.

В умовах сільського водопостачання при очищенні води, пов'язаному з коагуляцією, в деяких випадках буває доцільно використовувати напірні фільтри.

При самопливних фільтрах треба мати насосну установку другого підйому, щоб подавати нею воду споживачам. Через напірні фільтри вода проходить під напором, який може перемогти опір у фільтрі і подати воду в сітку; ось чому тут не треба будувати насосної станції другого підйому.

Напірні фільтри роблять у вигляді закритих з усіх боків резервуарів-котлів і включають безпосередньо в подавальну лінію

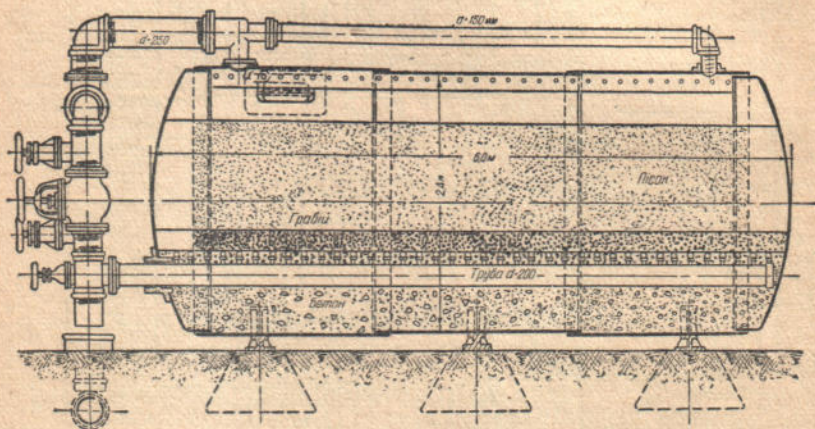
(фіг. 151). Зрозуміло, що тиск у напірних фільтрах може доходити 3—5 ат і більше, а тому їх роблять у вигляді товстостінних металічних корпусів. При очищенні води на напірних фільтрах не треба влаштовувати устійники і камери реакції. Реакція при цьому відбувається в самому піску, який через це повинен бути досить грязьєсміним.



Фіг. 151.

На фіг. 152 наведений загальний вигляд напірного фільтра системи Бреда.

Невеликі напірні фільтри влаштовують у маленьких котлах, поставлених вертикально. Пісок у напірних фільтрах промивається зворотною течією води. Іноді використовують і мішалкові напірні фільтри.



Фіг. 152.

Закриті фільтри не можуть як слід очистити каламутну воду, бо в них немає устійників і камер реакції. Ось чому їх цілком доцільно застосовувати тоді, коли вода природно устоюється в самому джерелі водопостачання, наприклад, при забиранні води з водосховищ.

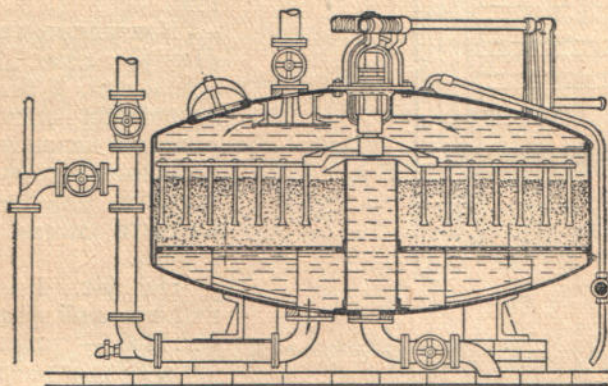
Через те, що в умовах сільського водопостачання витрати води порівняно невеликі, то й напірні фільтри там ставлять теж невеликі (2—3 котли).

Щоб поліпшити роботу напірних фільтрів, при яких немає камер реакції, іноді в них роблять подвійний фільтруючий шар. Перша половина цього шару завтовшки 1200—1600 мм затримує основну масу змулених частинок; під цією половиною є водяний прошарок, висота якого становить 800 мм і з якого беруть проби води для того,

щоб визначити момент з'явлення опалесценції у воді, яка пройшла крізь першу половину шару. Друга половина фільтруючого шару, завтовшки 700 мм, служить для того, щоб не пропускати каламуті у воду, яка виходить з фільтра.

В. Пересувні фільтри¹

У радгоспах і колгоспах при польових роботах, а також і для постачання автотракторного парку питною водою, мусять широко використовуватися пересувні фільтри. Останнім часом у нас в Союзі приділено чимало уваги влаштуванню пересувних фільтрів. В Інституті ВОДГЕО в Москві можна одержати готові зразки фільтроприладів і фільтроустановок, а також робочі рисунки для них.



Фиг. 153.

Призначення пересувних фільтрів полягає в тому, щоб очищати воду поверхневих, а іноді і підземних джерел водопостачання (неглибоких шахтових колодязів в місцях, віддалених від населених пунктів і стаціонарних очисних установок).

В описаних далі пересувних очисних установках вода очищається і знезаражується способом коагулювання, устоювання, фільтрування і хлорування, при чому в різних установках, як буде сказано далі, ці операції провадяться в різній послідовності.

Тепер використовуються такі типи пересувних фільтрів:

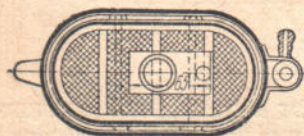
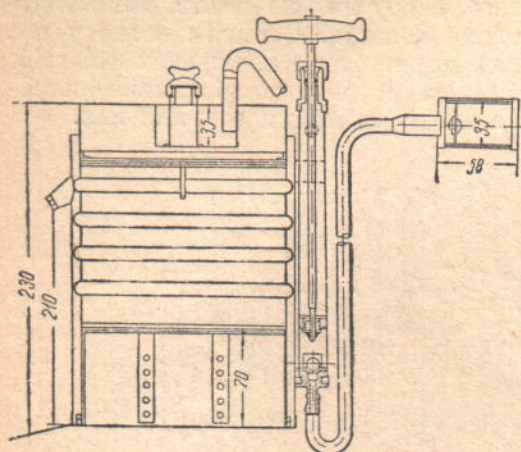
- 1) носимий фільтр;
- 2) в'ючний фільтр;
- 3) фільтр-віз;
- 4) розбирна тканинна водоочисна установка;
- 5) водоочисна фільтрувальна установка системи Хованського.

¹ Останнім часом (видання 1936 р.) Головбудпром НКВП СРСР видрукував спеціальний практичний підручник по будівництву і експлуатації пересувних швидкодіючих фільтрів, звідки і позичений головню матеріал для цього розділу.

Крім того, для обслуговування МТС, розташованих у тих районах СРСР, де вода тверда, використовуються водозм'якшувачі. Вони служать для зм'якшення і прояснення води.

Для правильної експлуатації фільтрів має бути виділена спеціальна особа, яка наглядає за роботою фільтра і всіх допоміжних приладів та пристроїв.

1. Носимий фільтр переноситься людиною (аналогічно до проти-газу). Цей фільтр тільки прояснює воду. За своєю конструкцією



Фіг. 154.

являє собою закритий швидкокодуючий напірний фільтр. Після того, як вода буде прояснена на такому фільтрі, її треба знезаразити кип'ятінням або хлоруванням.

Коагулянт в носимому фільтрі є алюміній-сульфат (глинозем), а фільтруючим матеріалом — пісок (бажано річковий кварцовий). У бавовницьких районах фільтруючим матеріалом може служити також бавовна-сирець.

На фіг. 154 зображений носимий фільтр, а на фіг. 155 — схема його роботи. Вода з джерела засисається поршневим ручним насосом по всисному гумовому рукаву *и*, завдовжки 1,5 м і діаметром 10 мм. Далі вода подається насосом через напірний гумовий рукав *к* в коробку

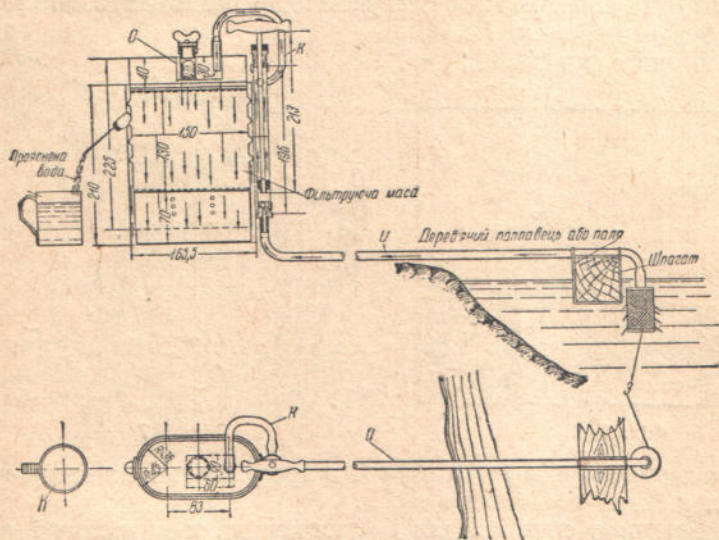
коагулятора. Коагулянт закладається в бязевий торбинці в стакан коагулятора; як коагулянт тут використовується алюміній-сульфат, якого заготовляється 100 г в бязевих торбинках; цієї кількості коагулянта вистачає на 20 годин роботи носимого фільтра.

Проходячи повз торбинку з коагулянт *о*, вода розчиняє його і далі попадає на фільтр. Пройшовши фільтруючий матеріал, прояснена вода потрапляє в резервуар регулятора видатності і через зливну трубку виходить в резервуарчик *н* для чистої води. Товщина шару піску в фільтрі — 130 мм.

Видатність фільтра при безперервній роботі становить 30 л/год. В процесі роботи фільтр забруднюється. Тривалість роботи фільтра до забруднення фільтруючого середовища, отже, до його промивання, при середній каламутності води становить від 4 до 8 годин. Важить комплект фільтра з піском 6 кг.

У брезентовій торбинці є два сита для просіювання піску. Після 4—6 годин роботи фільтруюче середовище виймається з фільтра, промивається в резервуарі-регуляторі, після чого фільтр знову заряджається.

Воду, прояснену на носимому фільтрі, найлегше знезаражувати так: розчинити одну таблетку хлорного вапна в 1 л профільтрованої води і після цього залишити воду на $\frac{1}{2}$ —1 годину в спокійному стані для закінчення реакції. Якщо через $\frac{1}{2}$ —1 годину вода матиме різкий запах, хлору, її залишають у відкритому посуді доти, доки цей запах зникне зовсім, і тільки після цього користуються нею.



Фіг. 155.

2. В'ючний фільтр служить для прояснення і для знезаражування води. Як і носимий, в'ючний фільтр є напірним швидкодіючим фільтром. При очищенні вода в ньому коагулюється і водночас хлорується, устоюється в тканинних резервуарах і фільтрується через закриті фільтри.

Фільтруючий матеріал такий самий, як і в носимому фільтрі. Видатність становить 200—300 л/год. Тривалість безперебійної роботи до забруднення фільтра — 5—8 годин. Вага комплексу з піском — 80 кг. На фіг. 156 зображений в'ючний фільтр під час роботи, а на фіг. 157 — цей же фільтр упакований для перевезення.

На фіг. 158 подана схема розміщення і роботи в'ючного фільтра.

В'ючний фільтр складається в основному з таких частин:

1) корпусу циліндричної форми А з внутрішнім діаметром 180 мм, заввишки 420 мм, з припаяним до кришки фільтра щитком з оцинкованого заліза, яким розподіляється вода по периметру фільтра. Фільтруюче середовище (найчастіше пісок) затискається між двома рамками з сітками за допомогою натискного вкладня Д;

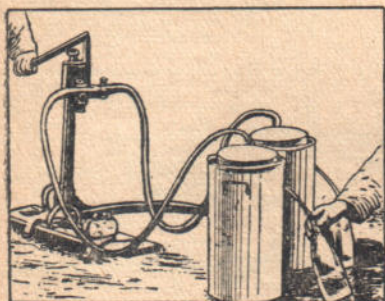
2) резервуару-регулятора витрати води фільтром; цей резервуар має вигляд відра з припаяною на боковій його поверхні зливною трубкою з свинцевою діафрагмою і позначений літерою *B*; отвір діафрагми має бути прокалібрований на певну витрату (наприклад 100 л/год, 300 л/год). Резервуар служить для збирання профільтрованої води і регулювання витрат;

3) розподільного перехрестя *H* для рівномірного розподілу води на обидва фільтри;

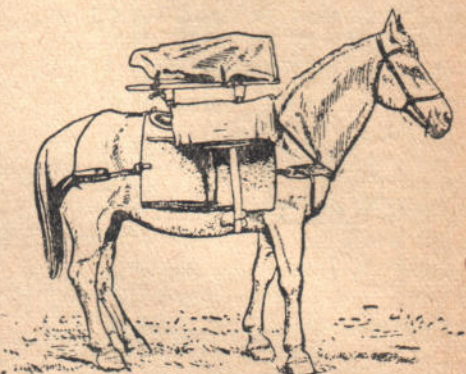
4) всисного спірального рукава *K*, завдовжки 2 м;

5) поршневих циліндричних насосів Γ_1 і Γ_2 . Насосом Γ_1 подається вода з устійників на фільтр. Насос Γ_2 служить для подавання води з водойми в резервуари-устійники *П*;

6) напірного рукава K_2 ;



Фиг. 156.



Фиг. 157.

7) двох резервуарів-устійників *П* з прогумованої водонепроникної тканини, кожний ємністю по 100 л.

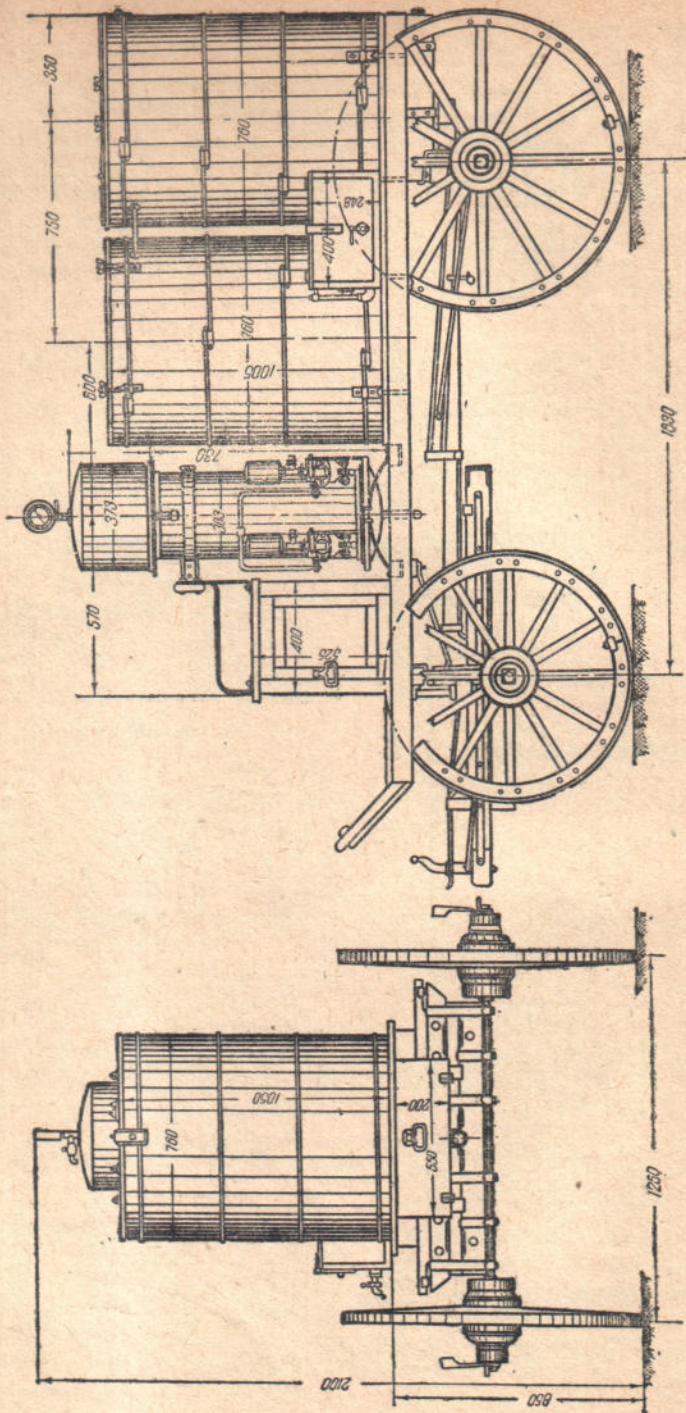
Ці резервуари служать для коагулювання, хлорування і устоювання води.

Крім того, є ще ряд допоміжних предметів — сита для пересіювання піску, запас коагулянта (3 кг) в бязевій торбинці, запас хлорного вапна (200 г) у залізній або скляній банці, комплект для визначення дози хлору і коагулянта і т. ін.

Вода з водойми засисається насосом Γ_2 і подається в резервуар *П*. Звідси, змішана з коагулянтом і хлорним вапном, вона подається насосом Γ_1 на фільтри *A* і потім надходить в резервуар-регулятор *B*, а далі через зливну трубку і діафрагму виливається в резервуар для чистої води *P*.

Устійники роблять по черзі до того, як засмітиться фільтр, тобто протягом 5—8 годин. При качанні насосом Γ_1 треба стежити, щоб рівень води в резервуарах-регуляторах *B* був однаковий і стояв на 1,5—2 см нижче верхнього краю цих резервуарів.

Після 5—8 годин роботи фільтри засмічуються і їх треба промити. Для цього корпус фільтра виймають з резервуара-регулятора *B*, перевертають вкладнем *D* вгору і розбирають. Пісок висипається в резервуар-регулятор і промивається (орієнтовно на промивання піску з обох фільтрів витрачається 150 л води), після чого ним знову завантажують фільтр.

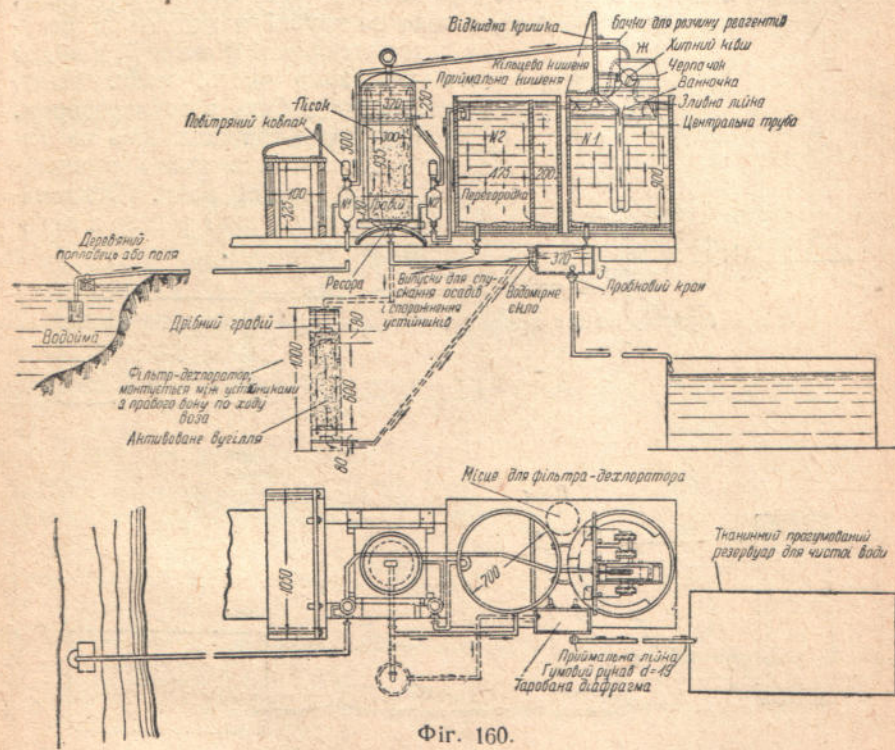


Φ ir. 159.

3. Фільтр-віз. У фільтрі-візі вода очищується від каламуті (змулених частинок) і забарвлення, а також знезаражується. Для цього вона спочатку коагулюється і одночасно хлорується, а потім устоюється і фільтрується.

Фільтр-віз монтується на стандартизованому возі. Видатність фільтра становить 500—750 л/год. Коштує весь комплект 3500 крб.

На фіг. 159 зображений загальний вигляд фільтра-воза, а на фіг. 160 наведена схема його роботи.



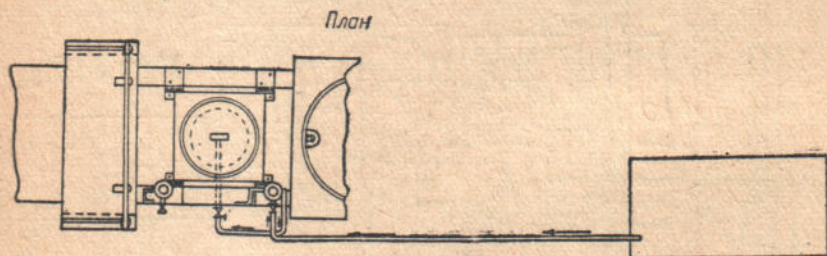
Фіг. 160.

Для подавання води з водойми в устійник, а також з устійника на фільтр, на підресорній рамі встановлені два насоси системи «Красний факел» № 2. Одна людина може водночас працювати обома цими насосами. Вода з водойми подається насосом по напірному рукаву в хитний ківш водоміра — дозатора реагентів Ж, який механічно відмірює воду і дозує її з певними кількостями реагентів (коагулянтів, розчину хлорного вапна і в міру потреби соди). Хитний ківш поділений всередині перегородкою на дві рівні частини, що наперемінно наповнюються і спорожняються в зливну лійку. На одній осі з ковшем укріплені черпачки реагентів, що при одному положенні ковша опускаються в ванночку з реагентами, а при другому виливають розчин у зливну лійку. З водоміра-дозатора вода разом з реагентами вда-

ряється об тарілки змішувача і надходить через центральну трубу в устійник № 1. Звідси вона переливається в кільцеву кишеню і через виливний отвір по трубці надходить у малий відділ устійника № 2. Потім вода переходить через щілину вниз перегородки у другий відділ і переливається в приймальну кишеню. Насос № 2 засисає воду з приймальної кишені і нагнітає її в фільтр. Обома насосами (№ 1 і № 2) може працювати одна людина. Фільтр заряджений чистим кварцовим піском, шар якого дорівнює 500 мм, і гравієм, товщина шару якого становить 170 мм. Пройшовши через фільтруючу масу,



вода по трубці надходить в регулятор швидкості фільтра 3, а звідси в резервуар чистої води. Якщо установка робить з дехлоратором, то вода з фільтра надходить на дехлоратор і вже з нього в резервуар для чистої води. Дехлоратор — це вторинний фільтр з активним вугіллям.



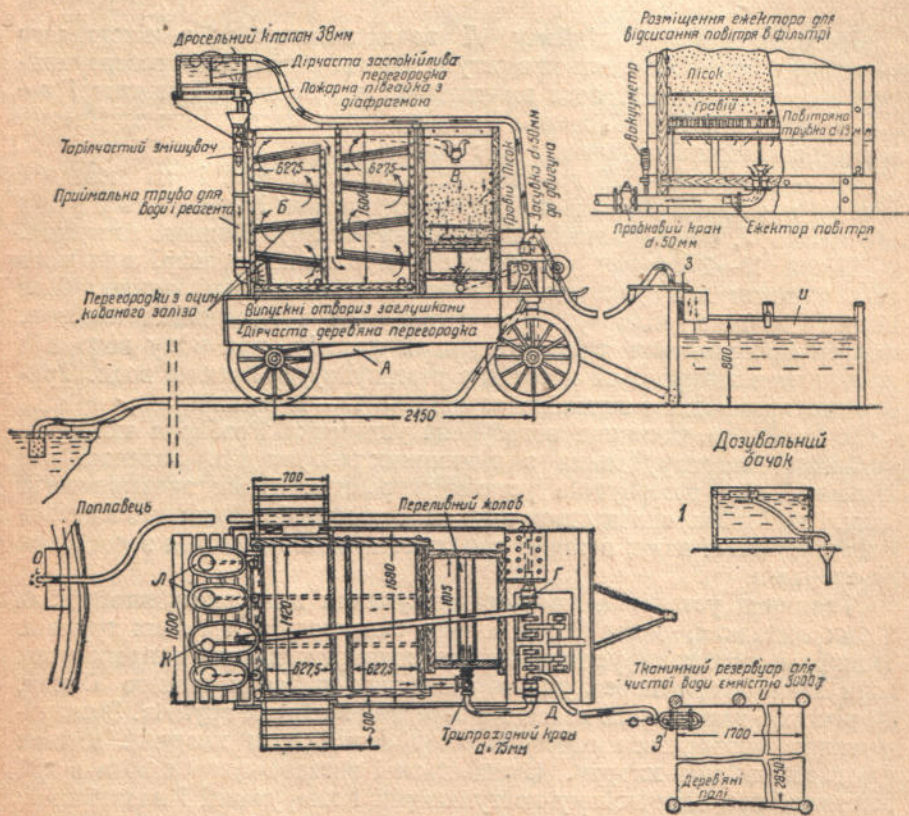
Фіг. 161.

Через 6—10 годин роботи треба промивати фільтр (фіг. 161). Промивають його водою з резервуару для чистої води. Вода під час промивання нагнітається в міждонний простір фільтра, через сисунки потрапляє в гравій і пісок, змиває з них осаді і пластівці коагулянта і переходить в кишеню, звідки й виливається назовні. Фільтр-віз перевозиться парюю коней.

4. Водоочисна фільтрувальна установка системи Хованського. В цій установці очищається води поверхневих водойм і неглибоких шахтових колодязів, для чого вони спочатку коагулюються і водночас хлоруються, а потім устоюються.

Видатність цієї установки 2—3 м/год, а вага 2 т. Змонтована вона на тракторній причіпці. На фіг. 162 зображена схема роботи цієї

водоочисної установки. Вода з водойми засисається насосом Г і по гумовому рукаву надходить в регулятор наповнення устійника К. Звідси через діафрагму вода надходить в трубу з тарілчастим змішувачем. В цю трубу з реактних бачків Л по гумових трубках надходить розчин реактивів у точно визначеній дозі. Змішана з реактантами вода надходить в устійник Б і заповнює спочатку першу його половину, а потім другу. Дійшовши до рівня виливного отвору, вода перепускається на фільтр В: Фільтр цей дерев'яний з подвійним днищем.



Фиг. 162.

В дерев'яному корпусі, посередині фільтра, зроблений жолоб з оцинкованого заліза, що служить для рівномірного розподілу по фільтруючій поверхні тієї води, яка надходить, а також для видалення промивної води під час промивання. Перше днище фільтра — дренаж фільтра — підтримує шари гравію і піску. Днище для дренажу складається з 25-міліметрових дощок, скріплених поперечними шпонками. В днищі у шаховому порядку висвердлені отвори діаметром 20 мм. Дренажне днище кладеться на бруски, укріплені по периметру всередині фільтра. На днище кладеться залізний оцинкований дірчастий лист з отворами діаметром 3 мм.

Під дренажним простором між першим і другим днищами укладені дірчасті повітряні трубки діаметром 10 мм, кінець яких виведений в окрему трубу до насоса другого підйому D і має ежектуючий прилад з двох конусів; ці конуси допомагають відсисати повітря з міждонного простору.

Швидкість фільтрації при видатності

$$\begin{array}{l} Q = 2 \text{ м}^3/\text{год} \dots\dots\dots 3,077 \text{ м} \\ Q = 3 \text{ »} \dots\dots\dots 4,615 \text{ »} \end{array}$$

Насосом другого підйому D вода засисається з міждонного простору фільтра і подається в регулятор видатності $З$. З резервуару-регулятора видатності вода виливається в резервуар для чистої води $И$, звідки її і розбирають. Резервуар для чистої води зроблений з водонепроникної тканини і має ємність 3 м³.

Насоси першого й другого підйомів змонтовані на передній частині причіпки, з'єднані між собою передачами і приводяться в рух від трактора, електромотора або від двигуна внутрішнього згорання.

Після 15—20 годин роботи треба промивати фільтр, для чого слід спинити всю установку, переставити спеціальні рукави біля насоса другого підйому, що є водночас і промивним насосом. Фільтр промивається через міждонний простір, при чому вода для промивання забирається насосом з резервуару для чистої води. Тривалість промивання звичайно становить 10—15 хвилин.

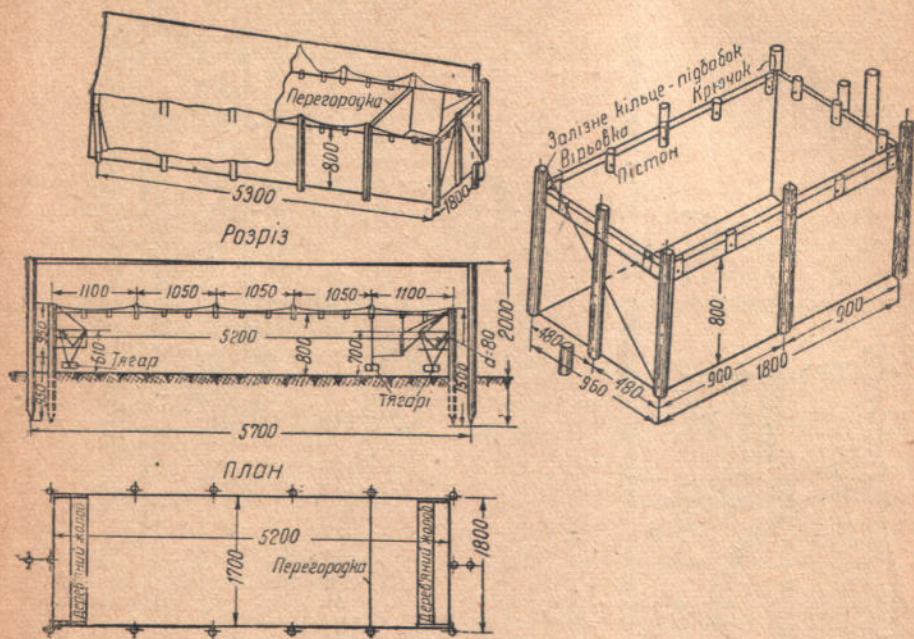
5. Розбирна тканинна водоочисна установка. Розбирна тканинна установка сконструйована з тканинних резервуарів. Залежно від кількості цих резервуарів установка робить: а) як знезаражуюча воду, і тоді вона складається з трьох резервуарів; б) як прояснююча і знезаражуюча воду; в таких випадках вона складається з чотирьох резервуарів.

Тканинна установка для знезаражування води використовується в тих випадках, коли берег водойм складається з м'яких ґрунтів. Тканинна розбирна установка для знезаражування і прояснення води вживається переважно в південних районах нашого Союзу, на річках з каламутною водою і з берегами з м'яких ґрунтів. Знезаражування провадиться способом хлорування води хлорним вапном або газоподібним хлором. Очищається і знезаражується вода в цій установці при одночасному коагулюванні і хлоруванні і подальшому устоюванні.

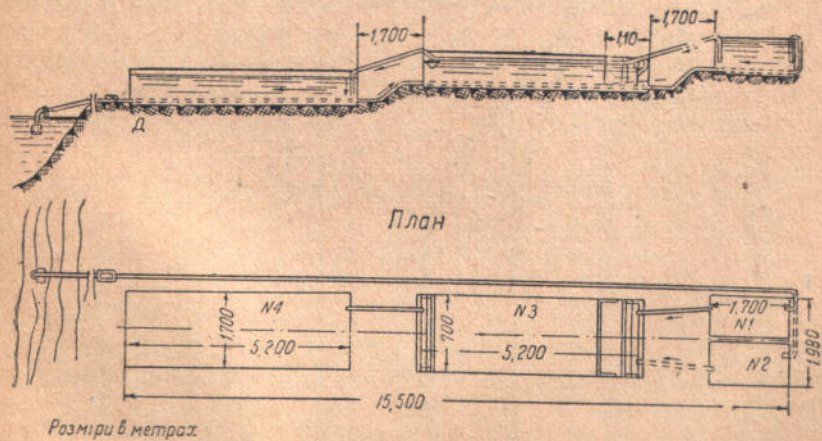
Видатність установки від 1 м³/год до 2 м³/год. Важить ця установка 500 кг, перевозиться на парокінному возі.

Розбирна тканинна установка робить в теплу пору року. При використанні ж у холодну пору цю установку треба утеплити. Основна відміна цієї установки від інших пересувних установок полягає в тому, що вона складається з брезентових полотнищ, кілків і вірьовок.

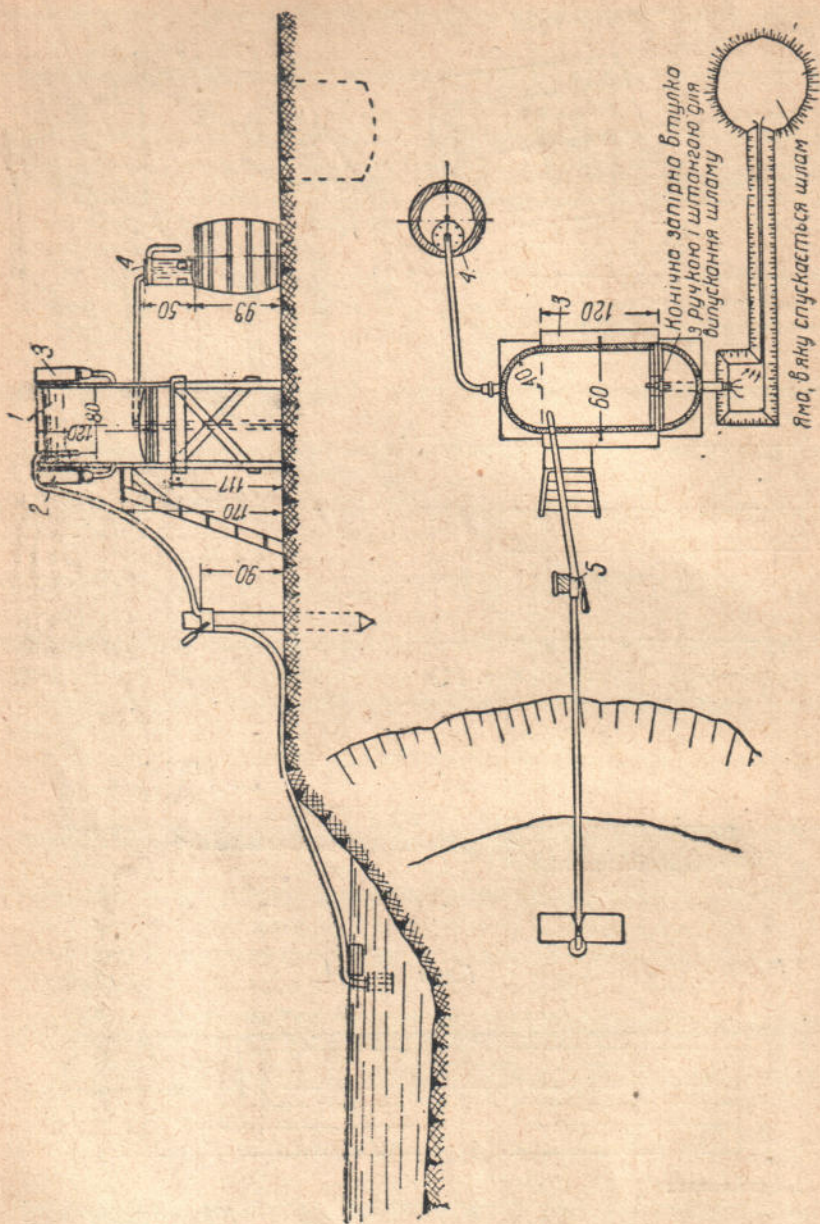
На фіг. 163 подані тканинні резервуари, а на фіг. 164 — схема тканинної установки для прояснення і знезаражування води. Вода з водойми засисається насосом D , подається в резервуар № 1, а потім в резервуар № 2. В резервуарі № 2 вона перемішується з реагентами і знезаражена надходить по гумовому рукаву в резервуар № 3, де



Фіг. 163.



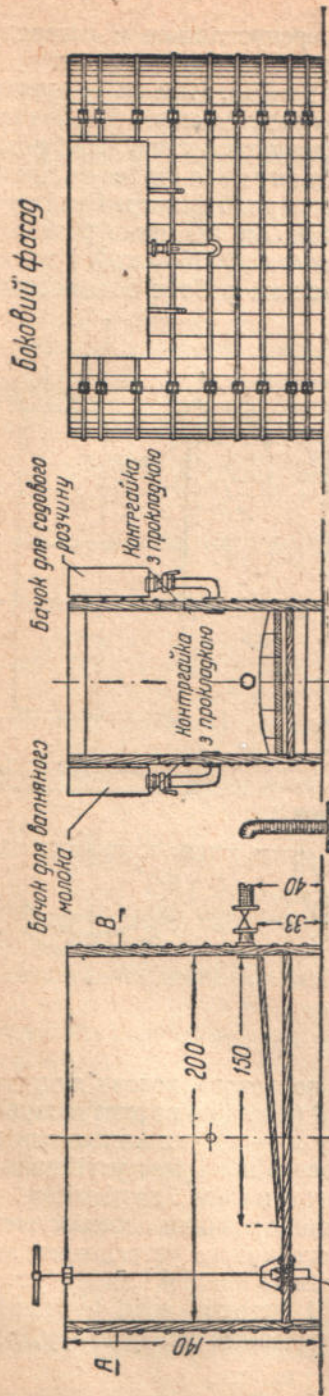
Фіг. 164.



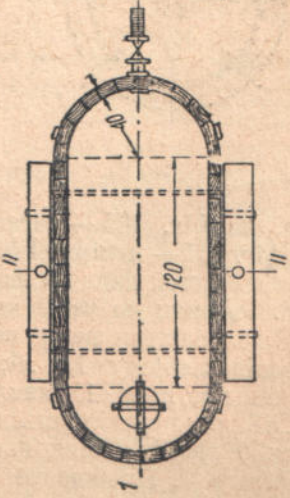
Фіг. 165.

Поперечний розріз водозмішувача 1-1

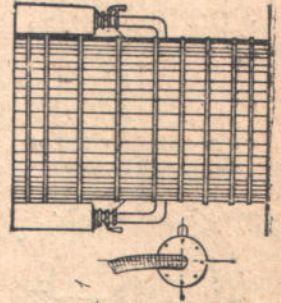
Поперечний розріз II-II



План по А-А



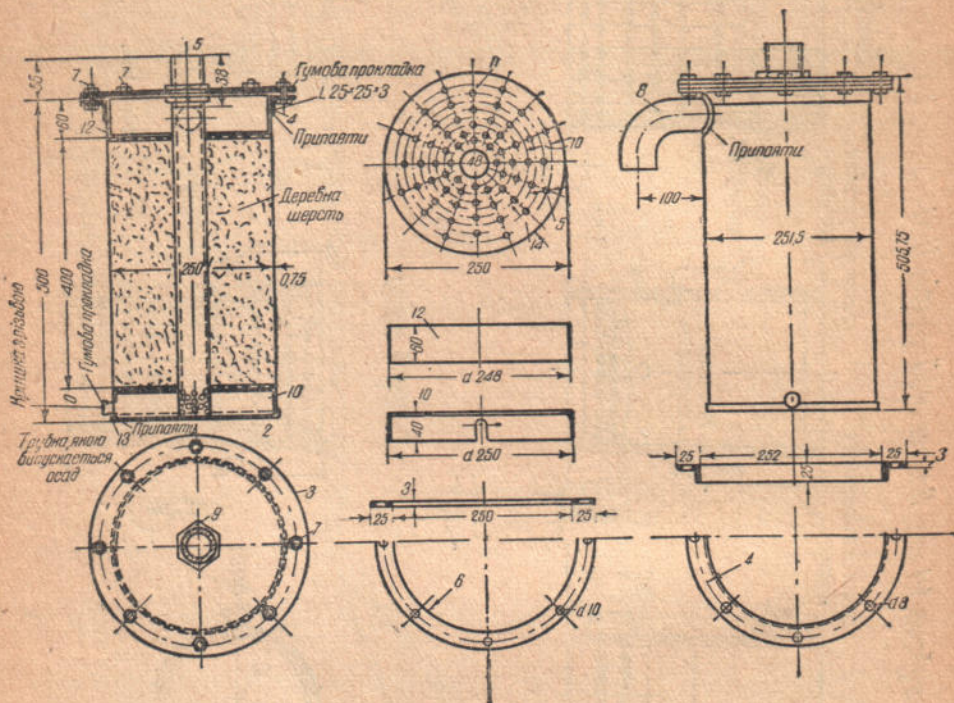
Торцевий фасад



Фіг. 166.

і устоється. З резервуару № 3 вона перепускається в резервуар № 4, в якому остаточно прояснюється і з якого розбирається.

Содово-вапняний водозм'якшувач¹. Цим зм'якшувачем зм'якшується і прояснюється вода для живлення тракторів (охолодження обгорток, циліндрів двигуна). Використовується він в МТС, розміщених в районах з твердою водою. Вода зм'якшується содово-вапняним способом, після чого фільтрується через напірний фільтр. Видатність установки — 1,5 м³ за 6 годин роботи. Установку цю легко розібрати і можна перевозити з місця на місце. Коштує вона 1000 крб. і важить 500 кг. На фіг. 165 зображена загальна схема роботи водозм'якшу-



Фіг. 167.

вача, на фіг. 166 — загальний вигляд польового водозм'якшувача і на фіг. 167 — напірний фільтр. В бачку 3 (фіг. 165) водозм'якшувача заготовляється вапняне молоко, а в бачку 2 — розчин кальцінованої соди. Розчини по черзі виливаються в дерев'яний бак устійника 1, який доливається сирією водою за допомогою насоса 5 до відмітки, що відповідає об'єму 1,5 м³; в цьому устійнику розчини перемішуються веслом протягом 15 хвилин. Після двогодинного устоювання вода в устійнику перемішується ще раз протягом 15 хвилин і знову устоється 6 годин. Після цього зм'якшена і устоєна вода пускається на фільтр 4. Пройшовши фільтруюче середовище знизу вгору, вода збирається в резервуарі для чистої води.

¹ Див. стор. 166 — «Зм'якшення води».