



# КРАТКОЕ РУКОВОДСТВО

ДЛЯ

# ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХЪ ИЗЫСКАНІЙ

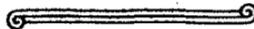
НА

# ЗЕМЕЛЬНЫХЪ УЧАСТКАХЪ

для опредѣленія пригодности ихъ къ заселенію.

ГОРНЫЙ ИНЖЕНЕРЪ

*А. А. Штукенбергъ.*



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типо-Литографія К. Л. Пентковского, Большая Подъяческая ул., № 22.

1910.

# **КРАТКОЕ РУКОВОДСТВО**

**для гидротехнических изысканий на земельных участках**

для определения пригодности их к заселению.

---

## Предисловіе.

Въ стремленіи найти годныя земли для избытка населенія Европейской Россіи, за послѣднее время въ особенности, сильно увеличился спросъ на всестороннее обследованіе пустыющихъ земель Западной Сибіри, Азіатскихъ областей и пр.; начались изслѣдованія заселенныхъ мѣстъ и въ Европейской Россіи съ цѣлью изыскать способъ повысить ихъ производительность и поднять культуру.

На ряду съ обследованіемъ по иниціативѣ Правительства, подобныя же мѣропріятія возникли по иниціативѣ отдѣльныхъ земствъ и частныхъ предпринимателей.

Одной изъ сторонъ этого обширнаго дѣла, предстоящаго для разрѣшенія м. б. не одному десятилѣтію, является задача опредѣленія пригодности земель для заселенія въ водномъ отношеніи и о водоснабженіи ихъ при отсутствіи естественныхъ источниковъ.

Самъ вопросъ не новъ; не новы способы его разрѣшенія. Отдѣльныя лица и партіи работали надъ нимъ и рѣшали его успѣшно; были выработаны приемы обследованія и много данныхъ техническихъ и научныхъ уже собрано; много использовано. Нерѣдко использованіе исчерпывалось непосредственнымъ отвѣтомъ, но часто этотъ матеріалъ могъ бы сослужить въ будущемъ не одну службу, по этому казалось бы желательнымъ, чтобы онъ собирался систематично, хранился бережно и былъ бы въ послѣдствіи достояніемъ интересующихся лицъ. Но, къ сожалѣнію, при отсутствіи системной регистраціи не только трудно его получить, но подчасъ найти гдѣ онъ сложенъ.

Какъ примѣръ можно указать на желѣзныя дороги. Во время изысканій для постройки, а также и эксплуатаціи ихъ, получается много цѣнныхъ данныхъ, утрачивающихъ въ послѣдствіи

# КРАТКОЕ РУКОВОДСТВО

## ДЛЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ ДЛЯ ОПРЕДѢЛЕНІЯ ПРИГОДНОСТИ ЗЕМЕЛЬ КЪ ЗАСЕЛЕНІЮ.

### ЦѢЛЬ ИЗЫСКАНИЙ.

Гидротехническія изысканія должны опредѣлить возможность водоснабженія поселеній естественными водными источниками или, при отсутствіи ихъ, полученія воды искусственно при помощи устройства разнаго рода гидротехническихъ сооружений, при этомъ должны быть собраны данныя для составленія проекта и смѣты названныхъ сооружений.

Для сокращенія затраты труда и средствъ предварительно производства детальнаго изысканія касающихся отдѣльных пунктовъ поселеній слѣдуетъ признать весьма полезнымъ производство *общихъ гидрологическихъ и гидрогеологическихъ изысканій* захватывающихъ весь районъ, гдѣ предполагаются отводы участковъ земли подъ поселенія: при этомъ возможны случаи отграниченія тѣхъ площадей, которыя окажутся безнадежными въ водномъ отношеніи и на которыхъ бесполезно производить изысканія детальныя.

Настоящее руководство будетъ касаться только детальнаго гидротехническаго изысканія; данныя общаго изысканія для техника — руководителя работъ должны служить пособіемъ для заданной ему практической задачи.

Во время детальнаго изысканія должны быть обследованы поверхностные и подземные источники воды и опредѣлена пригодность ихъ въ количественномъ отношеніи, сообразуясь съ расходомъ воды населеніемъ и въ качественномъ — въ безвредности ея при употребленіи въ пищу.

Высокая отвѣтственность поставленной задачи, особенно въ тѣхъ случаяхъ когда заселяемый край обездоленъ водой, налагаетъ на руководителей работъ обязанность относиться къ ней вполне сознательно, съ необходимой внимательностью и добросовѣстностью, имѣя въ виду, что на основаніи заключеній руководителей изысканій будетъ образовано поселеніе. Если обследованіе произведено не достаточно технически обстоятельно, послѣдствіемъ могутъ явиться большія затраты средствами и временемъ какъ со стороны государственной казны, такъ и лицъ поселяющихся. Съ другой стороны неправильное забракованіе участковъ земель безъ достаточныхъ основаній, ранѣе чѣмъ опредѣлены всѣ возможные способы его обводненія, оставить ихъ пустующими, что имѣетъ нежелательныя и даже вредныя послѣдствія для государства и въ частности для края.

## **I. Детальныя гидротехническія изысканія.**

При производствѣ изысканій гидротехникъ долженъ обращать вниманіе на условія въ какихъ находится обследуемый имъ участокъ или площадь.

### **а) Топографія.**

Положеніе участка: разстояніе отъ города или населеннаго пункта, отъ большихъ караванныхъ дорогъ или почтовыхъ трактовъ, или станцій желѣзной дороги; отъ рѣки или озера.

Описаніе мѣстныхъ путей сообщенія съ ближайшими населенными пунктами.

### **б) Орографія.**

Что представляетъ изъ себя площадь участка: возвышенную-ли равнину, низину или долину; имѣются ли отдѣльныя возвышенности или сопки и какъ они расположены; имѣются ли балки, овраги и лога и въ какомъ направленіи по отношенію странъ свѣта они расположены; ихъ размѣръ—длина, ширина и глубина; формы боковъ—крутые, пологіе, террасовидные или иного вида; имѣются ли боковыя вѣтви и не пересекаютъ ли мѣстнаго водораздѣла; спускаются ли къ рѣкѣ или озеру; уклонъ; задерновано ли ложе или

замѣтна размываемость овраговъ: изъ какихъ породъ сложены бока; какую площадь занимает бассейнъ балки или оврага на площади участка; количество воды, протекаемой весной по оврагу, опредѣленное хотя бы по опросамъ мѣстныхъ жителей.

### в) Геологія.

При изслѣдованіи участка должны быть осмотрѣны всѣ обнаженія породъ по берегамъ рѣкъ, озеръ, овраговъ; причемъ обратить вниманіе на слѣдующее: 1) сложено обнаженіе изъ одной породы или же въ немъ чередуются слои различного свойства по составу, внѣшнему виду и пр.: въ какомъ они порядкѣ и какой толщины (мощности). Нѣтъ ли обнаженій слоевъ влажныхъ, съ характерной растительностью—зеленой даже въ концѣ лѣта; не имѣется ли выходовъ ключей, приуроченныхъ къ какому либо слою; не повторяется ли это явленіе въ разныхъ мѣстахъ оврага или даже участка. Если слои не горизонтальны, то уголь наклона ихъ, что можно опредѣлить помощью спеціальнаго инструмента—горнаго компаса, состоящаго изъ мѣдной дощечки размеромъ  $7,5 \times 10$  сант., на которой прикрѣплены буссоль и уровень. Линія NS параллельна длинному краю дощечки и для удобства отчета W и O написаны обратно—O и W.

*Примѣчаніе.* Опредѣленіе простиранія слоевъ, т. е. направленія ихъ распространенія и наклона или паденія, производится слѣдующимъ образомъ: на слоѣ или пластѣ породы выбирается ровная площадка (при шероховатости или бутриности поверхности слоя рекомендуется подкладывать деревянную дощечку); затѣмъ компасъ прикладывается или къ послѣдней, или къ пласту длиннымъ краемъ мѣдной дощечки, при чемъ помощью уровня послѣдняя устанавливается въ горизонтальномъ положеніи: тогда линія соприкосновенія мѣдной дощечки съ пластомъ или деревянной дощечкой, есть линія простиранія, которую и прочерчиваютъ. Отсчетъ угла направленія простиранія производится отъ сѣвернаго конца магнитной стрѣлки. Линія перпендикулярная къ линіи простиранія есть линія наклона или паденія, которая также прочерчивается. Приставивъ затѣмъ горный компасъ къ первой линіи короткой

стороной опредѣляютъ направление паденія, отсчитывая также отъ сѣвернаго конца стрѣлки; а приставивъ длиннымъ краемъ къ перпендикулярной линіи, держа компасъ вертикально, отсчитываютъ по отвѣсу, подвѣшенному къ иглѣ стрѣлки, уголъ наклона пласта.

Слѣдуетъ замѣчать не имѣется ли въ обнаженіяхъ нарушеній пластовъ: изгибовъ, переломовъ, складокъ, сдвиговъ или сбросовъ; какова мощность наноса; есть ли въ наносѣ валуны, количество, размѣры, форма; не содержитъ ли наносъ прѣсноводныхъ или наземныхъ раковинъ. Каковъ растительный слой (почва): черноземъ, суглинокъ, супесь, лесъ или песокъ. Нѣтъ ли на поверхности выпѣтвовъ солей. Желательно указать на растенія, характеризующія свойства почвы. Не встрѣчается ли въ породахъ окаменѣлостей — раковинъ, костей, зубовъ, роговъ различныхъ животныхъ.

*Примѣчаніе.* Во время производства изысканій, попутно, слѣдуетъ обращать вниманіе на имѣющіеся на обследуемой площади строительные матеріалы: камень, глина, песокъ. и др., которые могутъ быть впоследствии использованы, если для обводненія участка потребуется возведеніе гидротехническихъ сооруженій.

### г) Гидрологія.

*Рѣки, рѣчки, ручьи.* Направленіе рѣки общее и въ предѣлахъ изслѣдованнаго участка. Приблизительная ширина и глубина живого сѣченія рѣки. Характеръ береговъ — крутизна, обрывистость, пологость и на какомъ протяженіи. Примѣрная высота берега. Какой берегъ заливается. Общій характеръ поймы; террасы. Если русло зигзагообразно, то нѣтъ ли правильности зигзаговъ. Строеніе берега и составъ породъ; характеръ дна — каменистое, глинистое и т. п. Каково происхожденіе рѣки: на всемъ ли протяженіи въ предѣлахъ участка она течетъ или представляетъ рядъ плесовъ, сообщающихся или отдѣльныхъ. Высыхаетъ ли лѣтомъ. Наибольшая продолжительность въ году полнаго высыханія рѣки. Имѣется ли скрытое подземное теченіе. Имѣются ли въ берегахъ выходы родниковъ. Высота наибольшаго поднятія воды весною по опросамъ; наинизшій уровень. Примѣрная скорость теченія, опредѣленіе поплавкомъ;

измѣреніе живого сбѣченія и вычисленіе расхода воды по скорости или помощью запруды при постоянномъ уровнѣ. Паденіе рѣки. Промерзаетъ ли рѣка зимою; толщина льда въ рѣкѣ и плесахъ (по опросамъ). Растительность береговъ. Свойства воды: цвѣтъ, температура, запахъ, вкусъ и пр. (см. анализъ воды). Пользованіе водою мѣстными жителями. Выщѣты солей въ берегахъ.

*Озера.* Форма, величина, глубина и положеніе; замкнутое ли оно; питается ли ключами; не впадаютъ ли и не вытекаютъ ли изъ него рѣчки или ручьи и каковы они. Много ли озеръ на изслѣдуемой площади; не представляется ли правильности въ ихъ расположеніи и не представляютъ ли они остатокъ бывшей рѣки. Увеличеніе, усыханіе, заболачиваніе озеръ. Характеръ береговъ и дна; составъ породъ; крутизна береговъ. Не высыхаетъ ли озеро лѣтомъ; не осаждаются ли соли. Промерзаніе зимой; толщина льда. Качество воды въ озерѣ зимой. Выщѣты солей на берегу; растительность. Водится ли рыба и птица; если возможно указать породы ихъ. Качество воды (см. анализъ воды). Прѣсное или соленое озеро. Пользованіе водою озера мѣстными жителями.

*Родники, ключи.* Количество ихъ. Расположеніе единичное или групповое; порядокъ расположенія—изъ чего можно предположить. одинъ ли водоносный слой ихъ питаетъ. Характеръ выхода воды и водоноснаго слоя въ оврагѣ, логу, на ровномъ мѣстѣ. Составъ породъ окружающихъ родникъ или ключъ и, если возможно, опредѣлить принадлежатъ ли онѣ къ позднѣйшимъ наносамъ—рѣчнымъ, овражнымъ, или выходятъ изъ болѣе древнихъ коренныхъ порбдъ. Имѣется ли напоръ воды въ родникѣ и притокъ. Притокъ воды въ ключѣ въ сутки. Пересыхаетъ ли въ теченіи года; продолжительность періода пересыханія. Качество воды (см. анализъ). Пользованіе мѣстными жителями.

*Колодцы, кудуки.* При осмотрѣ площадей можетъ встрѣтиться, что на нихъ устроены мѣстными жителями колодцы или кудуки, вскрывшіе подземные водоносныя слои. Число колодцевъ. Сбѣченіе ихъ, глубина до воды, толщина слоя или столба воды. Качество и толщина породъ, пройденныхъ при углубленіи колодца. Крѣпленіе стѣнъ колодца. Притокъ воды въ колодцѣ, опредѣленный по скорости подъема уровня воды послѣ откачиванія. Пользованіе

мѣстными жителями; количество головъ скота, которое удовлетворяется колодецъ въ день. Пересыхаетъ ли колодезь; подъемъ воды въ колодезь и въ какое время года. Качество воды (см. анализъ).

#### д) Гидрогеологія.

Предметомъ гидрогеологическихъ изысканій является вода подземная, вовсе скрытая подъ поверхностью земли или мѣстами выходящая въ видѣ родниковъ, ключей. Подземная вода залегаетъ на разныхъ глубинахъ и въ разныхъ условіяхъ; ее можно подраздѣлить на два главные типа:

1) Вода, залегающая въ поверхностныхъ слояхъ, на первомъ водонепроницаемомъ слоѣ, значительнаго распространенія, на глубинѣ отъ 0 до 10 и болѣе сажень, называется грунтовой. Она можетъ быть на одномъ уровнѣ съ уровнемъ воды въ рѣкѣ, озерѣ и можетъ протекать по слоямъ одного или разнаго состава и геологическаго возраста; наполнять слои породъ или ихъ трещины. Поверхность этой воды или горизонтальна, или имѣетъ очень слабый уклонъ; она часто находится въ связи съ измѣненіемъ орографическихъ особенностей мѣстности; однако водораздѣлы мѣстности могутъ не совпадать съ водораздѣломъ грунтовыхъ водъ. Вода грунтовая находится подъ давленіемъ одной атмосферы и при открытіи ея скважиной или колодецъ, уровень встрѣчи и піезометрической, т. е. установившейся впоследствии, одинаковы.

2) Вода, залегающая подъ первымъ или слѣдующими ниже железными водонепроницаемыми слоями, протекаетъ въ осадочныхъ геологическихъ образованіяхъ по изолированному водоносному слою одного и того же геологическаго возраста; она м. б. включена также въ трещиноватыхъ кристаллическихъ сланцахъ или массивныхъ породахъ. Если слои осадочныхъ породъ горизонтальны, что очень рѣдко встрѣчается, то уровень встрѣчи воды колодецъ или скважиной можетъ быть одинаковъ съ піезометрическимъ; если наклонны — вода въ слоѣ подперта, то уровень встрѣчи можетъ быть ниже піезометрическаго и разница между этими уровнями составляетъ подъемъ или явный напоръ, составляющій часть всего напора, который опредѣляется разностью высотъ между высшей точкой бассейна питанія и высотой встрѣчи воды въ слоѣ въ данномъ мѣстѣ.

Остальная часть всего напора расходуется на сопротивление движенія воды въ слѣб; если вода не движется, то подъемъ равенъ всему напору. Если подъемъ настолько великъ или высота мѣста устья скважины настолько низка, по отношенію высоты бассейна питанія и вода вытекаетъ изъ скважины на поверхность, то такая вода называется артезіанскою; если она не выливается, но „поднимается“ въ скважинѣ, то субъ-артезіанскою.

Подземная вода, какъ и на поверхности, находится въ неподвижномъ состояніи, когда она залегаетъ въ видѣ замкнутой котловины или озера, или въ движеніи, въ видѣ потока разной ширины и протяженія напримѣръ пролива, рѣки или ручья, доходящаго до величины небольшой струйки. Потоки могутъ быть сплошнаго сѣченія или развѣтвляться разбедняющими ихъ водонепроницаемыми пропластками. Движеніе воды можетъ происходить по всей толщинѣ водоноснаго слоя въ одномъ направленіи или въ разномъ и по всему сѣченію или только въ части его. Последнее очень важно въ отношеніи устройства колодцевъ, которые углубляясь въ горизонты слоя, гдѣ вода не движется, могутъ извлекать воду застойную и испорченную.

Движеніе подземной воды несравненно медленнѣе, нежели поверхностныхъ водъ: такъ напр. скорость движенія въ рѣкахъ достигаетъ до 1,0—1,5 саж. въ секунду, тогда какъ въ подземныхъ потокахъ скорость измѣняется сотыми и тысячными долями сажени. Подземныя воды также имѣютъ свои бассейны стока, собиранія.

Скорость движенія воды въ слѣб зависитъ отчасти отъ величины уклона пласта и болѣе отъ водопроеукной способности, что, въ свою очередь зависитъ отъ строенія пласта: чѣмъ меньше прозоры между частіцами, чѣмъ больше тренія для воды о частицы, тѣмъ скорость движенія воды менѣе. Такъ напр. водопроеукная способность чистаго песка лучше, нежели если поры заполнены глиной—въ глинистомъ пескѣ.

*Примѣчаніе.* Въ трудахъ экспедиціи Тилло по изученію истоковъ рѣкъ принята нижеслѣдующая схема раздѣленія породъ на шесть главныхъ группъ („Грунтовыя и артезіанскія воды“ стр. 22—28 С. Никитинъ).

1) Водопроницаемая \*), не влагоемкая \*\*) (влагоемкость не больше 25—30%) по вѣсу.

а) зернистая—пески.

б) трещиноватая—известняки и др.

2) Водопроницаемая и влагоемкая . . . . . торфъ, торфяныя почвы, влагоемкость коихъ доходитъ до 100%—1500% по вѣсу.

3 и 4) Полупроницаемая или средней водопрониц. . . . . лессовыя образования и рядъ песчаноглинистыхъ и мергелистыхъ отложенийъ различнаго возраста.

5) Водонепроницаемая и невлагоемкая . . . . . лишеныя трещинъ кристаллическія породы, плотныя песчаники, рѣже известняки.

6) Водонепроницаемая влагоемкая . . . . . главнымъ образомъ глины, обладающія высокою капиллярною пористостью и при ненарушенной капиллярности жадно впитывающія воду.

Какъ переходъ къ породамъ водонепроницаемымъ можно отнести „плывуны“, состоящіе изъ весьма мелкихъ округленныхъ зеренъ песка съ большою примѣсью глины; порода пропитанная водой крайне неустойчива, трудно удерживается отъ распыливанія и очень плохо пропускаетъ воду.

\*) Водопроницаемость—способность б. или м. быстро проникаться влагою—почти всегда прямо пропорціональна водопроницающей способности.

\*\*) Влагоемкость: а) абсолютная—количество влаги, удерживаемое при свободномъ стоѣ и б) полная—количество ея., удерживаемое до полного заполнения поръ при отсутствіи стока.

При гидротехническихъ изысканіяхъ, имѣющихъ своею задачею установить наличіе и пригодность подземной воды весьма желатель-но, чтобы детальнымъ изысканіямъ предшествовали общія и резуль-таты послѣднихъ служили бы пособіемъ для сокращенія времени и дорого стоящихъ детальныхъ развѣдочныхъ работъ.

Если общихъ ранѣе не было сдѣлано, то техникъ долженъ со-брать всѣ данныя, могущія ему помочь въ уясненіи водоносности площади. Такъ напримѣръ необходимо наблюденіе надъ залеганіемъ породъ въ естественныхъ обнаженіяхъ для сопоставленія ихъ съ породами пересѣченными въ развѣдочныхъ скважинахъ, что облег-чить составленіе геологическихъ разрѣзовъ изслѣдуемой площади или участка. Особенно важное значеніе имѣютъ естественные вы-ходы воды въ рѣчкахъ, родникахъ и пр., которые тоже необходимо сопоставить съ уровнемъ водоносныхъ слоевъ, пересѣченныхъ въ скважинахъ.

Передъ заложеніемъ развѣдочныхъ буровыхъ скважинъ и во избѣженіе детальнаго обслѣдованія всей площади, намѣченной для отвода подъ поселеніе, должно быть, хотя примѣрно, указано мѣсто самого поселенія. Таковыхъ примѣрныхъ мѣсть можетъ быть одно или нѣсколько въ зависимости отъ топографическихъ особенностей мѣстности. Поселенія могутъ проектироваться:

- 1) при рѣкѣ и рѣчкѣ, текучей или пересыхающей на лѣто и оставляющей только отдѣльные плесы.
- 2) при озерѣ.
- 3) при ключахъ, родникахъ.
- 4) при сухомъ логѣ, балкѣ.
- 5) на мѣстности безъ естественныхъ выходовъ воды, имѣя въ виду устроить водоснабженіе изъ колодцевъ или пруда.

Сообразуясь съ указаннымъ подраздѣленіемъ, опредѣляется по-рядокъ изысканій и закладываніе развѣдочныхъ буровыхъ сква-жинъ, придерживаясь съ одной стороны руководящей идеей—воз-можно меньшимъ числомъ скважинъ выяснитъ водоносность пло-щади, намѣченной подъ поселеніе и съ другой—найти годную воду въ достаточномъ количествѣ въ томъ мѣстѣ, гдѣ въ будущемъ предполагается устроить колодцы.

Выработка плана развѣдочныхъ работъ въ значительной степени зависитъ отъ личной находчивости и опытности техника руководителя; въ пособіе можно указать слѣдующее.

Если указаны границы площади, составляющей будущій участокъ, то можетъ быть: 1) когда предрѣшается мѣсто поселенія или поселка и 2) когда мѣсто поселка не указано и нужно его выбрать. Во второмъ случаѣ слѣдуетъ имѣть въ виду тяготѣніе крестьянскаго населенія устроить свои усадьбы вблизи живой воды, на незаливаемомъ берегу рѣки, рѣчки или озера, что имѣетъ несомнѣнно много удобствъ и преимуществъ, исключая тѣхъ случаевъ, когда близость заболоченныхъ водъ можетъ отразиться вредно на состояніи здоровья населенія, вслѣдствіе возможнаго появленія болѣзней, маляріи, дезинтеріи и пр.

Поселеніе можетъ быть проектировано вдоль сухого лога, на которомъ вслѣдствіи можно устроить запруду, пользуясь тѣмъ, что въ пониженной части площади подземная вода ближе залегаетъ къ поверхности.

Большій просторъ для инициативы выбора представляется въ томъ случаѣ, когда границы участка не опредѣлены и назначается цѣлый районъ, изъ котораго вслѣдствіи будутъ отведены земли подъ участки въ тѣхъ именно мѣстахъ, гдѣ будетъ найдена въ достаточномъ количествѣ годная и неглубокая вода.

Во время обследованія мѣста подъ поселокъ желательнo выяснять полученіе воды на остальной площади участка, имѣя въ виду вслѣдствіи устройство «полевыхъ» колодцевъ, которыми населеніе будетъ пользоваться при полевыхъ работахъ.

Переходя къ указанію деталей обследованія необходимо руководствоваться расположеніемъ поселка, его улицъ и площадей, въ зависимости отъ чего будетъ выясняться мѣсто будущихъ колодцевъ. Впрочемъ, во время изысканія проектъ поселка можетъ измѣниться и тѣмъ оно производится болѣе заблаговременно. тѣмъ менѣе будетъ произведено непроизводительныхъ расходовъ при приведеніи проекта въ исполненіе.

При неглубокомъ залеганіи воды крестьяне устраиваютъ колодцы непосредственно въ своихъ усадьбахъ, но въ случаяхъ какихъ либо техническихъ затрудненій при работѣ, именно, когда водоносный

слои залегаетъ глубоко, на 7—10 и болѣе саженьяхъ, или при углубленіи колодца нужно пройти крѣпкій камень, или водоноснымъ слоемъ служить пльвунъ, желательнo при образованіи поселка устраивать колодцы общественнаго пользованія, при этомъ количество колодцевъ можетъ быть сдѣлано по расчету, что однимъ колодцемъ удобно пользоваться 16 дворамъ. Согласно этому нужно вести изысканія и располагать скважины, приравливаясь къ проектировкѣ плана поселка.

Аналогичный способъ веденія развѣдокъ будетъ и при разбивкѣ поселеній на болѣе мелкія единицы—хутора, съ тою разницею, что число скважинъ въ одной развѣдуемой площади будетъ менѣе, но число послѣднихъ болѣе.

Закладываніе скважинъ для обследованія водоноснаго слоя около естественнаго выхода воды въ рѣчкѣ, текучей или въ видѣ плесовъ, озера или сухого лога должно производиться вдоль берега водоема или лога, въ разстояніи 50—100 саж., но не въ днѣ лога, а также вкрестъ этой линіи для выясненія направленія и величины уклона слоя. При групповомъ расположеніи озеръ первоначальное направленіе скважинъ должно установить, имѣется-ли связь между ними или они питаются самостоятельными водоносными слоями, или, наконецъ, они представляютъ мѣстныя скопленія атмосферной воды.

Разстояніе между скважинами можетъ колебаться отъ 100 до 500 саж., въ зависимости отъ большаго или меньшаго разнообразія результатовъ буренія, характеризующаго наслоеніе породъ. Данныя буренія каждой скважины должны служить руководствомъ для дальнѣйшаго обследованія, такъ какъ скважина можетъ оказаться безводной, маловодной, съ соленою или горькосоленою водою или залегающей очень глубоко. Эти данныя могутъ даже измѣнить первоначально составленный планъ закладыванія скважинъ.

Весьма важное значеніе имѣетъ сопоставленіе въ смежныхъ скважинахъ уровней встрѣченныхъ породъ и водоносныхъ слоевъ, для чего необходимо одновременно съ производствомъ буренія наносить на планъ, на которомъ нанесены естественные выходы воды и колодцы, мѣста скважинъ, связанные между собою съемкой, помощію гониометра или другого угломѣрнаго инструмента

одновременно съ этимъ составлять гидрогеологическіе разрѣзы по скважинамъ, связывая уровни естественныхъ выходовъ воды и въ колодцахъ, съ найденными въ скважинахъ, помощію нивеллира; подсчетъ отмітокъ долженъ производиться немедленно послѣ съемки и всѣ уровни должны быть связаны съ какимъ либо прочнымъ, неизмѣняющимся отъ времени и не переносимымъ реперомъ, хорошо замѣтнымъ на мѣстности; при этомъ всѣ отмітки должны быть приведены къ какому либо условному уровню; если же имѣется реперъ точно опредѣленной высоты относительно уровня моря, то съ нимъ.

Впослѣдствіи, при производствѣ развѣдочныхъ работъ на соедѣнныхъ площадяхъ, связываніе новой съемки съ установленнымъ ранѣе реперомъ сократитъ послѣдующія работы, установитъ общій взглядъ на водоносность большей площади и можетъ имѣть значеніе при изысканіяхъ на болѣе глубокіе горизонты воды. Сведеніе всѣхъ опредѣленій должно производиться по мѣрѣ производства работъ, а не послѣ ихъ окончанія, такъ какъ во-первыхъ, нанесеніе на планъ и составленіе геологическихъ разрѣзовъ выясняетъ планъ дальнѣйшихъ развѣдокъ, во-вторыхъ, въ случаѣ возможныхъ ошибокъ при опредѣленіи грунтовъ или при нивелированіи, легко ихъ исправить во время. При углубленіи скважинъ необходимо особо тщательно устанавливать составъ и отличительные признаки проходимыхъ породъ, ихъ толщину и всѣ особенности: цвѣтъ, составъ (песчаная, глинистая, известковая, мергелистая и др.); выцвѣты солей; структура сланцеватая, крупно или мелкозернистая; однородность породы и постороннія включенія: галька известковая и мергелистая, стяженія (конкреціи) гипса и пр. Степень влажности и сухости, пластичность, вязкость, легкость.

Всѣ эти наблюденія должны непосредственно заноситься въ установленный буровой журналъ. Опредѣленіе породъ желательно, чтобы велъ руководитель работами—техникъ лично, и не поручалъ бы даже старшимъ рабочимъ, нерѣдко по незнанію искажающихъ опредѣленія свойства породъ; особенно важно замѣчать уровень встрѣченной воды. Въ случаѣ отсутствія техника, слѣдуетъ обязывать старшаго рабочаго сохранять образцы пересѣченныхъ скважинами породъ, на основаніи которыхъ составляется геологическій

разрѣзъ мѣстности. Педантичное соблюденіе указанныхъ правилъ важно потому, что провѣрить разрѣзъ скважины можно только заложениемъ рядомъ новой. По окончаніи каждой скважины возможно замѣтнѣе и яснѣе обозначать мѣсто ея заложения и условнымъ знакомъ опредѣлять результаты буренія. Такъ напр. устье скважины закрывается камнемъ или какимъ либо другимъ малоцѣннымъ предметомъ и кучей дерна, высотой въ 1—2 арш. и ир. и окапывается канавкой: 1) въ случаѣ, если найдена вода прѣсная, то канавка въ видѣ квадрата; 2) если соленая или горькосоленая, то кругомъ и 3) сухая—треугольникомъ. Эти обозначенія имѣютъ практическое значеніе при повѣрочныхъ работахъ непосредственно передъ устройствомъ колодцевъ.

При углубленіи скважинъ особо тщательно слѣдить за появленіемъ воды при пересѣченіи водоносныхъ слоевъ, опредѣлять ихъ мощность. Весьма важно отмѣчать мѣсто встрѣчи воды и установившійся впослѣдствіи уровень ея. Разница въ превышеніи составить высоту подъема воды въ слоѣ. Особо тщательно слѣдить за качествомъ встрѣченной воды, такъ какъ въ одной и той же скважинѣ могутъ быть пересѣчены иногда одинъ, два и болѣе водоносныхъ слоя, принадлежащихъ разнымъ горизонтамъ или одному и тому же, но раздѣленному мѣстнымъ включеніемъ водонепроницаемаго слоя, выклинивающегося или въ видѣ линзы; впрочемъ качество воды и во второмъ случаѣ можетъ быть различное.

Наиболѣе совершенное наблюденіе можетъ быть сдѣлано, когда скважина закрѣплена обсадными трубами, настолько аккуратно свинченными, что водоносные слои вполне изолированы другъ отъ друга и вода ихъ не смѣшивается. Наблюденіе надъ уровнемъ появленія воды имѣетъ значеніе при установленіи водоносныхъ горизонтовъ данной мѣстности, ихъ числа, мощности, напора, простирания и выклиниванія, также пригодности воды въ качественномъ отношеніи.

При производствѣ разсматриваемыхъ буровыхъ изысканій обыкновенно глубина скважинъ ограничивается 10—15 саж., каковая зависитъ отъ наиболѣе распространенной глубины питьевыхъ колодцевъ; выше 15 саж. колодцы устраиваются рѣдко, такъ какъ подземныя воды первыхъ горизонтовъ встрѣчаются чаще ближе къ поверхности.

а главное стоимость устройства обыкновенных колодцев, болѣе глубокихъ, непосильна крестьянскому населенію.

Въ особо исключительныхъ случаяхъ глубина скважинъ можетъ быть и значительно глубже—до 50—100 саж.; предварительно закладыванія столь глубокихъ и дорогихъ скважинъ должны быть сдѣланы общія геологическія изысканія, связанная съемкой и нивелировкой мѣстности, иначе успѣхъ буренія будетъ гадательнымъ. Изысканіе на получение глубокой подземной воды должно быть поручено специалисту геологу или гидрогеологу.

### О буровомъ инструментѣ и буреніи.

1) Наболѣе пригоднымъ къ задачамъ неглубокаго развѣдочнаго буренія главнымъ образомъ въ мягкихъ грунтахъ является буровой инструментъ съ трубчатыми штангами и обсадными трубами, диаметромъ  $d = 2\frac{1}{2}$  дюйма (напр. типа покойнаго проф. С. Войслава). Въ вышеуказанныхъ предѣлахъ глубины работа не представляетъ особыхъ затрудненій, однако требуетъ внимательности и аккуратности. Для руководства буреніемъ, кромѣ опредѣленныхъ инструкцій, зависящихъ отъ конструкціи инструмента, слѣдуетъ обращать вниманіе на сокращеніе труда и времени и слѣдить даже за мелочами, которыя отдѣльно трудно учесть, но въ итогѣ составляютъ значительный напрасный расходъ. Между прочимъ не слѣдуетъ прибѣгать для кажущагося успѣха къ приемамъ, несоотвѣтствующимъ прочности инструмента, рассчитаннаго на опредѣленное напряженіе, какъ-то: не привязывать къ поворотному ключу (желѣзному хомуту) вагъ, обсадныхъ трубъ и пр.; не садиться для увеличенія тяжести на буръ и т. д. Слѣдствіемъ подобныхъ приемовъ является скручиваніе, погнутіе и поломка частей инструмента, влекуція за собою преждевременную браковку его и остановку въ работахъ. Результатъ подобнаго обращенія отзывается на успѣхъ особенно сильно въ тѣхъ случаяхъ, когда мѣсто работъ находится вдали отъ населенныхъ пунктовъ, гдѣ бы можно было скоро исправить испорченный инструментъ.

*Примѣчаніе.* Наибольшее напряженіе, которое можно при-

лагать при вращеніи бурового инструмента, опредѣляется по формуламъ

$$2 P_r = \frac{\pi D^3 (1 - \beta^4)}{16} R_1, \text{ гдѣ}$$

D—наружный діаметръ штанги, старой или новой, въ миллиметр.

d—внутренній діаметръ въ милим.

$$\beta = d/D.$$

P—усиліе одного рабочаго=15 klgr.

г—длина плеча, прилагаемаго усилія въ мм.

„Величину  $R_1$  можно допустить до 10 кило (на 1 кв. мм. сѣченія штанги), но въ виду того, что рабочій при вращеніи часто подергиваетъ рукоятку, я считаю опаснымъ принимать  $R_1$  болѣе 5 кило, въ виду того, чтобы уголь крученія штанги не былъ очень значителенъ“ говоритъ покойный проф. С. Войславъ, изобрѣтатель инструмента и хорошій практикъ („Ислѣдованіе грунта“ С. Войславъ на стр. 19).

2) Необходимо слѣдить за чистотой стѣнокъ скважины, особенно, если она углубляется безъ обсадныхъ трубъ (что не рекомендуется), для чего скважину можно прочищать специальной ложкой бѣльшаго діаметра; не гладкія стѣнки сильно затрудняютъ опусканіе и вытаскиваніе инструмента изъ скважины.

3) Въ случаѣ особенно плотныхъ глинистыхъ грунтовъ, сухихъ, для размягченія можно рекомендовать наливать воду въ скважину, оставляя на нѣсколько часовъ (напр. на ночь).

4) Нарѣзка штангъ и наконечниковъ не должны быть заржавлены и каждый разъ при свинчиваніи смазываются саломъ или чѣмъ либо жирнымъ, не стекающимъ съ нарѣзокъ.

5) Буровые наконечники должны быть всегда въ исправности и отточенными, для чего при работахъ нужно имѣть напильники и точильное колесо.

6) Въ пополненіе къ принятому комплекту бурового инструмента, продаваемого фирмами, должны имѣться запасныя части въ замѣнъ тѣхъ, которыя быстрѣ изнашиваются и болѣе часто употребляются. Это особенно необходимо при работахъ вдали отъ пунктовъ, гдѣ можно ремонтировать инструментъ.

7) При проведеніи скважинъ тщательно слѣдить за правильностью скважины; руководитель долженъ знать положеніе инструмента и обсадныхъ трубъ по отношенію къ геологическому разрѣзу скважины и уровней воды; требуется заблаговременно измѣрить и знать длину каждой части инструмента.

8) Во избѣжаніе употребленія вагъ, при работѣ ложкой или змѣвикомъ, не углублять инструмента сразу на значительную глубину и ограничиваться вращеніемъ только 3—5 оборотовъ, въ зависимости отъ вязкости породы, послѣ чего инструментъ приподнимать—„подрывать“ на 0,05—0,10 саж., чѣмъ достигается разрывъ породы, которая накручивается на завитки наконечника, благодаря чему онъ не заѣдается и легко вытаскивается. Иначе, при долгомъ закручиваніи, тѣмъ болѣе при примѣненіи увеличенной тяжести и вагъ, достигается, что буръ можетъ быть вытасченъ при особыхъ условіяхъ, при участіи лишнихъ рабочихъ, домкратовъ и пр., на что въ итогѣ несомнѣнно затрачивается больше времени, нежели на углубленіе при частомъ подрываніи, но безъ вагъ.

### Опредѣленіе запаса воды.

Цѣль гидрогеологическихъ изысканій опредѣлить водную обеспеченность площади или участка обуславливаетъ, чтобы работы производились въ наименѣе водное время года, когда уровень грунтовыхъ водъ низокъ и когда онѣ наименѣе разбавлены просачившейся водой послѣ весенняго таянія снѣга, что очень важно при изысканіяхъ въ мѣстностяхъ съ минерализованными водами. Такимъ образомъ начало работъ зависитъ отъ времени, когда въ данномъ мѣстѣ кончается стокъ весеннихъ водъ и даже нѣсколько позже, такъ какъ просачиваніе запаздываетъ. Наиболѣе низкій уровень въ лѣтній періодъ примѣрно 15 іюля—15 августа: начинать работы слѣдуетъ не ранѣе конца мая мѣсяца. Конецъ работы зависитъ отъ состоянія погоды и нѣкоторыхъ мѣстныхъ условій. Въ мѣстностяхъ малонаселенныхъ, при отсутствіи вблизи жилыхъ пунктовъ, съ которыми возможно имѣть сообщеніе, особенно важно въ осенній холодъ и распутицу, работа должна прекращаться ранѣе; окончаніе работъ возможно установить во второй половинѣ

сентября; позднѣе продуктивность работы, благодаря болѣе короткому дню, падаетъ.

Для опредѣленія водной обезпеченности площади или участка требуется рѣшить два вопроса: 1) какое количество воды можетъ быть получено изъ естественныхъ источниковъ и изъ искусственныхъ сооружений—колодцевъ, запрудъ и пр. и 2) выяснить пригодность воды наружныхъ и подземныхъ источниковъ въ качественномъ отношеніи. Первый вопросъ распадается на: а) водоснабженіе можетъ быть обезпечено наружными источниками, рѣкою, озеромъ, запрудой на рѣкѣ и ключахъ, что однако не исключаетъ обследованія подземной воды; б) водоснабженіе исключительно подземной водой изъ колодцевъ; в) исключительно изъ пруда, образованнаго запрудой снѣжной воды—что не слѣдуетъ рекомендовать въ виду затуханія воды при долгомъ стояніи.

Во всѣхъ этихъ случаяхъ потребное количество воды должно быть получено изъ указанныхъ источниковъ и недостатокъ однихъ должно пополнять другими. Опредѣленіе запаса воды наружныхъ водоемовъ указано ранѣе; для опредѣленія запасовъ подземной воды не имѣется точныхъ способовъ, простыхъ и скорыхъ, пригодныхъ для разсматриваемыхъ изысканій, главнымъ образомъ потому, что условія залеганія и инфильтрація воды въ водоносныхъ слояхъ чрезвычайно разнообразны. Количество воды зависитъ отъ уклона, мощности, состава водоносной породы и его структуры и комбинаціи ихъ многочисленны; тѣмъ не менѣе слѣдуетъ опредѣлять притокъ въ каждой скважинѣ и можно рекомендовать слѣдующіе приемы измѣренія.

а) Опредѣленное количество воды  $Q$  вливается въ скважину съ опредѣленнымъ, установившимся въ ней уровнемъ и замѣчается время  $t$ , въ теченіи котораго повысившійся уровень упадетъ до первоначальнаго, вслѣдствіе поглощенія влитой извнѣ воды водоноснымъ слоемъ. Дѣлая повторныя наблюденія, измѣняя каждый разъ количество вливаемой воды, можно опредѣлить расходъ воды въ скважинѣ, взявши среднее изъ наблюденій количество  $Q$ . Притокъ въ единицу времени будетъ равенъ  $q = \frac{Q}{t}$ .

б) Пройдя водоносный горизонтъ трубами и обсадивъ послѣднія

до подстилающаго его водонепроницаемаго пласта, откачиваютъ воду до суха, затѣмъ приподнявъ трубы, наблюдаютъ время возвращенія воды въ скважины до постояннаго уровня, измѣряя уровень черезъ небольшіе промежутки времени. Притокъ опредѣлится по объему притекшей воды.

Повышеніе уровня происходитъ не равномернo; на большей глубинѣ отъ постояннаго уровня вода прибываетъ скорѣе и возвращеніе его къ уровню стоянія иногда продолжается довольно долго.

в) Опредѣленіе притока въ скважины можетъ быть сдѣлано пробной откачкой воды помощью желонки: 1) опредѣляя промежутокъ времени, затраченный на возвращеніе къ первоначальному уровню; или же 2) откачивая желонками, поддерживать уровень на известной высотѣ, опредѣляя количество откачиваемой воды въ единицу времени. Опытъ долженъ производиться 2—3 раза при откачиваніи различнаго количества желонокъ.

г) Тремя скважинами, закладываемыми треугольникомъ не болѣе 20 саж. другъ отъ друга, опредѣляютъ направленіе паденія водоноснаго пласта. Затѣмъ отъ одной изъ скважинъ *a*, въ разстояніи не болѣе 4—5 саж. отъ нея по направленію линіи паденія, закладываютъ четвертую скважину *б*. Въ верхнюю скважину *a* наливаютъ ведро густаго раствора флюоресценна (не флюоресцинтъ) въ фѣдкой щелочи \*), и замѣчаютъ время, по истеченіи котораго появляется окрашиваніе въ скважинѣ *б*; лучше этотъ опытъ дѣлать, вливая въ скважину, расположенную выше имѣющагося колодца, замѣняющаго скважину *б*. Раздѣливъ разстояніе *l* между скважинами *a* и *б* на промежутокъ времени *t*, получаютъ скорость  $v = \frac{l}{t}$ . Количество воды, притекающее въ скважину, или площадь опредѣлится по формулѣ  $g = kvs$ , гдѣ *S* площадь вертикальнаго

\*) Избытокъ въ водѣ углекислоты (СО<sub>2</sub>) и органическихъ веществъ обезвѣчиваетъ флюоресценцію.

Рѣзкая флюоресценція замѣтна при содержаніи 1 ч. его на 1.000.000 частей воды.

(„Геологъ Коппъ обнаружилъ соединеніе бассейна Дуная и Рейна; онъ всыпалъ въ верховье Дуная 10 клгр. соли флюоресценна и черезъ 10 часовъ маленькая рѣчка Аахъ, впадающая въ Боденское озеро, водной системы Рейна, стала замѣтно флюоресцировать въ теченіи 36 часовъ“).

еѣченія водоноснаго слоя, перпендикулярнаго къ направленію теченія, а  $k$ —коэффициентъ, принимаемый равнымъ 0,22—0,28.

д) Въ скважинѣ откачивается часть скопившейся воды и замѣряется пониженный уровень: затѣмъ въ нее опускаютъ на веревкѣ цилиндръ съ дномъ или желонку, у которой отверстіе въ днѣ плотно замазано глиной, до отмѣченнаго уровня и прислушиваются, опредѣляя время по секундомѣру, когда начнетъ желонка наполняться водою черезъ верхнее отверстіе; желонку вынимаютъ и, если она не наполнилась водою, повторяютъ опытъ нѣсколько дольше; или откачиваютъ воду до новаго болѣе низкаго уровня, такъ какъ притокъ въ нижней части водоноснаго слоя больше, нежели въ верхней и повторяютъ опытъ еще разъ. Опытъ считается удачно оконченнымъ, если желонка наполнится водою, притокъ опредѣлится по объему и времени ея наполненія. Этотъ способъ даетъ возможность опредѣлять притокъ на любомъ уровнѣ воды въ скважинѣ, хотя размѣръ притока производится при измѣненномъ уровнѣ, такъ какъ отъ погруженія желонки въ скопившуюся воду въ скважинѣ онъ поднимается: для опыта это имѣетъ мало значенія.

е) Притокъ въ скважинѣ можетъ быть опредѣленъ помощію откачки насосомъ при постоянномъ уровнѣ воды. На штангѣ опускается въ скважину, закрѣпленную обсадными трубами, всасывающій клапанъ, устанавливается, возможно ниже, въ водѣ—и помощію присособленія, состоящаго изъ резиноваго кольца, распирающагося въ обсадной трубѣ, закрѣпляется и изъ него вынимается штанга. Затѣмъ на той же штангѣ опускается въ скважину подающій поршень Лестестю и качаніемъ вверхъ и внизъ, что лучше достигается при помощи рычага, прикрѣпленнаго сверху къ обсадной трубѣ, вода подается на верхъ: притокъ при постоянномъ уровнѣ замѣряется въ единицу времени.

ж) Можно указать еще на одинъ приемъ, основанный на практическихъ наблюденіяхъ.

Колодезь, пройденный на мѣстѣ развѣдочной скважины до той же глубины, оказывается съ достаточнымъ притокомъ, если изъ скважины (при средней глубинѣ 4—6 саж.) послѣ непрерывнаго откачиванія сорока желонокъ, емкостью въ 0,10 ведра уровень воды возвратится къ прежнему черезъ 10 минутъ: въ такомъ слу-

чаѣ притокъ хорошій; если уровень возвратится менѣе, чѣмъ въ 10 мин., то очень хорошій; если при выкачиваніи двадцати желтонокъ уровень воды возвратится черезъ 10 мин., то притокъ плохой.

Какъ видно, имѣется нѣсколько способовъ опредѣленій притока воды въ скважинѣ; наименѣе точнымъ—первый способъ и наиболѣе точными тѣ, которые основаны на опредѣленіи средняго притока по возвращенію уровня. Опредѣленіе должно производиться особо тщательно, такъ какъ не имѣется точныхъ и простыхъ способовъ пропорціонировать по нему притокъ воды въ колодцѣ, построенномъ на мѣстѣ развѣдочной скважины. Зависимость между притокомъ и діаметромъ особенно трудно установить при столь рѣзкомъ переходѣ отъ діаметра скважины  $d=2\frac{1}{4}$  дюйма= $0,027$  саж., къ сѣченію колодца напр. при сторонѣ квадрата= $0,66$  саж. Прямая пропорціональность вскрытой площади водоноснаго пласта  $0,66 : 0,027 = 24$  даетъ слишкомъ преувеличенное опредѣленіе притока въ колодцѣ. Въ дѣйствительности отношеніе притока воды въ колодцѣ и скважинѣ значительно менѣе этой величины.

При остальныхъ одинаковыхъ условіяхъ „при увеличеніи діаметра въ 10 разъ количество (воды) увеличивается въ  $1\frac{1}{2}$  раза“ (Физическая геологія И. Мушкетова т. 2 стр. 272). Съ другой стороны, благодаря обычному отсутствію однородности структуры водоноснаго пласта, возможно, что при значительно большемъ его обнаженіи въ колодцѣ, будутъ вскрыты струи или „жилы“ воды съ болѣею скоростью теченія, тогда какъ скважина могла пройти мимо нихъ. Кромѣ того при большемъ обнаженіи слоя и большаго расхода воды въ колодцѣ создадутся новыя теченія и струи, которыя, прочищая себѣ путь, вынесутъ болѣе мелкія частицы, отфильтровывая болѣе крупныя, тѣмъ увеличивая скорость притока. Однако при этомъ должно имѣть въ виду, что въ скважинѣ и колодцѣ истинный притокъ воды устанавливается значительно позже, нежели въ моментъ опыта при проведеніи развѣдочной скважины, такъ какъ равновѣсіе въ водоносныхъ слояхъ, при столь медленномъ теченіи наступаетъ не скоро; кромѣ того первоначально при опредѣленіи притока въ скважинѣ и колодцѣ можетъ выкачиваться запасъ воды и истинный притокъ будетъ меньше.

Особенно осторожно слѣдуетъ вести расчетъ, когда въ данной мѣстности возможны случаи встрѣчи водоносныхъ слоевъ въ видѣ котловинъ, только хранящихъ воду, но не имѣющихъ постоянного притока извнѣ. Въ такихъ случаяхъ колодезь, израсходовавъ воду запаса, можетъ оказаться сухимъ. Это нужно имѣть въ виду при изысканіяхъ и возможность подобнаго предупредить изученіемъ залеганія водоноснаго слоя.

Такимъ образомъ, не имѣя данныхъ для указаній, можно принять, что въ колодцѣ, построенномъ до того же водоноснаго слоя и глубины, притокъ будетъ болѣе нежели въ скважинѣ въ 2—5 разъ. На ряду съ этимъ можно рекомендовать при каждомъ удобномъ случаѣ выяснять указанную зависимость, которая послѣ личныхъ многочисленныхъ опытовъ можетъ установить болѣе определенный методъ расчета.

Зная количество расходуемой воды на единицу потребителя и сколько имѣется въ водоносномъ слое обновляемой постояннымъ притокомъ воды, но не мертвого ея запаса, можно опредѣлить, какое количество потребителей возможно поселить на данной площади.

При опредѣленіи суточного расхода воды для одного двора можно руководствоваться слѣдующимъ расчетомъ:

1. Для семьи изъ шести человѣкъ, считая на каждого по 2,5 ведра . . . . .	15 вед.
2. Для 10 головъ крупнаго рогатаго скота по 3 ведра . . . . .	30 „
3. » 10 » мелкаго скота по 0,75 ведра . . . . .	7,5 „
4. » поливки огородовъ . . . . .	10 „
Всего на 1 дворъ . . . . .	62,5 вед.

При опредѣленіи водоснабженія поселка слѣдуетъ принимать, что каждый общественный колодезь долженъ обслуживать отъ 8 — 16 дворовъ, при этомъ суточный расходъ колодца долженъ равняться отъ 500 до 1000 ведеръ или, считая дѣйствительный расходъ въ теченіи 10 часовъ, получимъ отъ 50 до 100 ведеръ въ часъ. Расстояніе же между колодцами равно 90 саж., при условіи расположенія колодцевъ на всѣхъ поперечныхъ улицахъ; 180 с., если они расположены черезъ поперечную улицу. При

недостаточномъ притокѣ воды въ колодцѣ по указанному наименьшему расходу, разстояніе между колодцами должно быть уменьшено, а число ихъ увеличено, имѣя въ виду уменьшить требованіе воды въ колодцѣ, однако настолько, чтобы смежные колодцы не вліяли другъ на друга. Если расходъ воды въ часъ все таки будетъ болѣе притока за то же время, то можно при благопріятныхъ условіяхъ сдѣлать въ колодцѣ зумфъ ниже водоноснаго слоя, углубляясь въ подстилающій водонепроницаемый пластъ, изслѣдовавъ, однако, предварительно его мощность, чтобы не встрѣтить нижележащаго сухого водонепроницаемаго слоя, который можетъ поглотить воду.

Опредѣленіе глубины зумфа можетъ быть сдѣлано по слѣдующей формулѣ  $x = \frac{10 (n - n_1)}{s} + 0,5$  въ саж.,

гдѣ  $n$  — расходъ воды въ часъ въ куб. саж., въ теченіи 10 часовъ работы колодца,

$n_1$  — притокъ воды въ часъ въ куб. саж., въ теченіи 24 часовъ,

$s$  — сѣченіе колодца.

Возможность устройства колодца при превышеніи расхода надъ притокомъ опредѣляется отношеніемъ  $n/n_1 \leq 2\frac{1}{10}$ , или  $\leq 2,4$ .

Устройство зумфа примѣняется весьма часто; большой столбъ воды въ крестьянскихъ колодцахъ, напр. въ глинистыхъ грунтахъ указываетъ на плохой притокъ и колодезь играетъ роль запаснаго резервуара для скопляющейся воды; наоборотъ при хорошемъ притоке безъ особыхъ приспособленій для откачки, трудно углубиться въ водоносномъ слое; поэтому нерѣдко въ колодцахъ съ хорошимъ притокомъ столбъ воды не большой, исключая впрочемъ случаевъ, когда водоносный слой плывунъ, не позволяющій пройти его на значительную глубину и постоянно засоряющій колодезь: послѣдніе колодцы обычно даютъ мало воды.

## II. Опредѣленіе качества воды.

Опредѣленіе пригодности воды для употребленія, главнымъ образомъ въ пищу людямъ, устанавливается анализомъ растворенныхъ въ ней солей и примѣсей. Вслѣдствіе неблагопріятныхъ усло-

вій производства анализа въ полѣ, опредѣляются только тѣ изъ нихъ, которые не требуютъ особыхъ приборовъ или приспособленій, напр. лабораторныхъ вѣсовъ, воздушной бани и пр.

Вода должна быть прозрачна, безцвѣтна при разматриваніи ея въ слоѣ толщиной 8—10 сантим.; пріятнаго, освѣжающаго вкуса, но не имѣть привкуса, свидѣтельствующаго о значительномъ содержаніи вкусовыхъ солей ( $\text{Na Cl}$ ,  $\text{Na}_2 \text{SO}_4$ ,  $\text{Mg SO}_4$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{MnCl}_2$  и др.) или газовъ.

Хорошая вода должна содержать въ одномъ литрѣ миллиграммовъ:

1	Органическія вещества . . . . .	50	Или, что тоже, летучія вещества плотнаго остатка должны расходовать хамелеона при пробѣ кислорода для своего окисленія не болѣе 2,5 миллигр.
2	Азотистой кислоты $\text{N}_2\text{O}_5$ . . . . .	0	
3	Сѣроводорода $\text{H}_2\text{S}$ . . . . .	0	
4	Амміака $\text{NH}_3$ . . . . .	0—слѣды	Допустимы слѣды при отсутствіи азотной и азотистой кислотъ.
5	Азотной кислоты $\text{N}_2\text{O}_5$ . . . . .	5—15	При содержаніи органическихъ, легко отдѣляющихся, летучихъ веществъ болѣе 50 миллигр. и азотистой кисл.—не болѣе 5 млгр. При отсутствіи этихъ показаній возможно до 15 клгр.
6	Хлора . . . . .	8—100	Если хлоръ является продуктомъ распада органическихъ веществъ—не болѣе 8 мил. При несомнѣнно минеральномъ происхожденіи и не превышающемъ нормъ содержаній другихъ солей—до 100 мил.
7	Сѣрной кислоты . . . . .	5—112	При органическомъ происхожденіи не болѣе 5 мил., въ противномъ случаѣ до 112 мил.
8	Плотный остатокъ . . . . .	400—860	Допустимы 860 мил. при условіи: 1)-органическихъ летучихъ веществъ менѣе 50 мил., 2) окиси магнія ( $\text{MgO}$ ) менѣе 40 мил. 3) Сѣрнокислыхъ солей менѣе 167 мил. При отсутствіи 1-го условія норма понижается до 500 мил., а при отсутствіи всѣхъ трехъ условій—до 400 мил.
9	Жесткость общая. $\text{CaO}$	180 мил.	Жесткость всѣхъ солей перечислена на $\text{Ca CO}_3$ что соотвѣтствуетъ 32 французскимъ или 18 нѣмецкимъ градусамъ,
10	Жесткость постоянная. $\text{CaO}$	214 мил.	т. е. 12° нѣм. градусамъ.

Для производства анализа в поле проба может быть взята в количестве одной бутылки; если вода сомнительного качества или по составу представляет особый интерес, то необходимо брать пробу для более точного лабораторного анализа в количестве до 500 куб. с. При взятой пробѣ посуду нѣсколько разъ нужно обмыть той же водой; воду отфильтровать, давъ ей отстояться; бутылку закупорить тщательно новой пробкой и заклеить сургучемъ. На бутылкѣ ясно надписать откуда, когда и кѣмъ взята проба. Весьма важное значеніе имѣеть, изъ какого источника и при какихъ условіяхъ она взята. Слѣдуетъ различать воды:

- 1) текучихъ рѣчекъ, рѣкъ и ручьевъ,
- 2) рѣкъ съ перемежающимся теченіемъ,
- 3) стоячихъ водоемовъ: естественныхъ озеръ, плесовъ рѣчекъ.
- 4) дѣйствующихъ колодцевъ,
- 5) родниковъ и ключей,
- 6) буровыхъ скважинъ—изъ водоносныхъ слоевъ разныхъ горизонтовъ.

Эти воды главнымъ образомъ различаются потому, что въ первыхъ четырехъ категоріяхъ обычно присутствіе органическихъ веществъ растительнаго и животнаго происхожденія и продуктовъ ихъ распада, каковыми являются сѣроводородъ, амміакъ, азотистая и азотная кислоты, также хлористыя и сѣрниокислыя соли. Для водъ послѣднихъ двухъ категорій присутствіе распада органическихъ веществъ не является обычнымъ. Въ нихъ главное вниманіе должно быть обращено на степень минерализаціи подъ вліяніемъ процессовъ выщелачиванія разнаго состава породъ, по которымъ вода просачивается, въ виду чего заключающіяся въ водѣ хлористыя и сѣрниокислыя соли имѣютъ исключительно минеральное происхожденіе. Чтобы установить происхожденіе послѣднихъ, въ отдѣльныхъ благоприятныхъ случаяхъ возможно взять пробы воды выше, ниже и вблизи предполагаемаго источника загрязненія.

### Полевой анализъ воды.

Въ зависимости отъ столь существенныхъ различій при санитарной оцѣнкѣ воды, основанной на характеризующей ея пригод-

ность степени загрязнения, для первых четырех категорий и двух последних должны прилагаться различные нормы, приведенные в таблицѣ, при чемъ анализъ рекомендуется производить въ такой послѣдовательности:

- 1) Опредѣленіе  $t^{\circ}$  воды и  $t^{\circ}$  наружнаго воздуха.
- 2) Проба воды на вкусъ.
- 3) Опредѣленіе цвѣта и степени мутности.
- 4) „ азотистой кислоты.
- 5) „ амміака.
- 6) „ сѣрво водорода.
- 7) „ азотной кислоты.
- 8) „ хлора
- 9) „ жесткости.
- 10) „ сѣрной кислоты (ангидрита  $SO_2$ ).

Опредѣленіе окисляемости, вѣса плотнаго остатка, летучихъ веществъ въ плотномъ остаткѣ, исключено, т. к. представляетъ затрудненіе при производствѣ анализа въ полѣ.

Исслѣдованіе воды слѣдуетъ производить непосредственно послѣ взятія пробы, т. к. физическія и химическія особенности ея при долгомъ стояніи могутъ измѣниться.

### *1. Опредѣленіе цвѣта.*

Опредѣленіе цвѣта производится въ пробиркѣ и слой воды разсматривается сверху: подъ пробирку подкладывается бѣлая бумага и наблюдается оттѣнокъ мениска. Опредѣленіе мутности отъ присутствія взвѣшенныхъ частицъ: характеръ послѣднихъ опредѣляется лучше при отстаиваніи; указывается характеръ осадка, быстрота его осѣданія. Привкусъ воды наблюдается при нагрѣваніи до  $15 - 20^{\circ} C$ ; въ холодной водѣ онъ менѣе замѣтенъ. Запахъ при нагрѣваніи до  $50 - 60^{\circ} C$ .

### *2. Опредѣленіе азотистой кислоты.*

Опредѣленіе азотистой кислоты  $N_2O_3$  реактивомъ Лунге.

Для опредѣленія  $N_2O_3$  въ пробирку, предварительно хорошо промытую и вытертую досуха, наливаютъ испытуемую воду въ ко-

личествъ 20—25 куб. сантим. и приливаютъ 1 куб. сантим. реактива Лунге, слегка взбалтываютъ и закрывъ пробкой оставляютъ стоять 15—20 минутъ. Присутствіе  $N_2O_3$  въ количествѣ до 0,01 миллигр. на 1 литръ обнаруживается розовой окраской, а при содержаніи около 0,10 миллигр., вода пріобрѣтаетъ ярко пурпуровый цвѣтъ. Реакція весьма чувствительна и потому требуетъ осторожнаго выполнения, чтобы предупредить введеніе въ растворъ постороннихъ веществъ тоже органическаго происхожденія, могущихъ повліять на результатъ анализа.

Реактивъ долженъ храниться въ стекляночкахъ съ притертой пробкой, покрытой резиновымъ колпачкомъ. Если въ немъ появится розовое окрашиваніе то, прибавивъ нѣсколько крупинокъ *цинковой пыли*, реактивъ взбалтываютъ до тѣхъ поръ, пока розовое окрашиваніе не исчезнетъ.

Въ случаѣ окончательной порчи реактива Лунге, можно воспользоваться для приготовленія свѣжаго раствора заготовленными патронами—*нафтиламина* ( $C_{10}H_7NH_2$ ) и *сульфаниловой кислоты* ( $C_6H_4NH_2HSO_3$ ). Для этого готовятъ 30% растворъ *уксусной кислоты* удѣльнаго вѣса 1,041 въ количествѣ 300 куб. см., который раздѣляютъ на двѣ равныя порціи. Въ фарфоровую чашку высыпаютъ содержащійся въ патронѣ нафтиламинъ (0,2 гр.), имѣющій чрезвычайно непріятный запахъ, что отличаетъ его отъ сульфаниловой кислоты. (Кромѣ того нафтиламинъ на свѣту разлагается и темнѣетъ. почему его сохраняютъ въ пробиркахъ изъ желтаго стекла). Въ чашку прибавляютъ 20—25 куб. см. дистиллированной воды, кипятятъ, причемъ часть нафтиламина всплываетъ въ видѣ фіолетовыхъ жирныхъ пятенъ. Послѣ кипяченія въ теченіи  $\frac{1}{2}$  часа растворъ осторожно сливаютъ съ синефіолетоваго остатка въ первую порцію разбавленной уксусной кислоты. Вторая порція кислоты служитъ для растворенія 1 грам. сульфаниловой кислоты, послѣ чего оба раствора сливаются въ стеклянку съ притертой пробкой. Чтобы не вводить постороннихъ веществъ въ реакцію, лучше въ стеклянку не опускать пипетку, пользуясь вмѣсто этого отсчетомъ капель, опредѣливъ предварительно, сколько капель стеклянки со-  
отвѣтствуютъ 1 куб. см.

### 3. *Определение амміака.*

Присутствие амміака  $\text{NH}_3$  производится приливаніемъ щелочнаго раствора ртутно-іодистаго калия, называемаго реактивомъ Несслера (при приливаніи раствора его взбалтывать не слѣдуетъ), окрашивающаго воду въ присутствіи слѣдовъ  $\text{NH}_3$  въ желтый цвѣтъ, а при замѣтномъ его содержаніи образующаго бурый осадокъ. (Реактивъ Несслера долженъ быть приготовленъ на дистиллированной водѣ, перегнанной съ содой, абсолютно не содержащей амміака).

Соли кальція и магнія, препятствуютъ производству пробы въ виду того, что онѣ сами даютъ осадокъ съ реактивомъ Несслера (Ольмюллеръ „Анализъ воды“ стр. 106).

Во избѣжаніе этого къ испытуемой водѣ приливается насыщенный, примѣрно 1 куб. сантим., раствора Сегнетовой соли, который препятствуетъ осажденію кальція и магнія, не оказывая въ то-же время никакого вліянія на реактивъ Несслера. Примѣняемый растворъ Сегнетовой соли (виннонатрово-калиевая соль,  $\text{C}_4 \text{Na K H}_4 \text{O}_6 + 4 \text{H}_2\text{O} - \text{Tartarus natronatus}$ ) долженъ быть предварительно хорошо прокипяченъ и съ реактивомъ Несслера давать безцвѣтный осадокъ.

### 4. *Определение сѣроводорода.*

Присутствие сѣроводорода  $\text{H}_2\text{S}$  обыкновенно опредѣляется обоняніемъ: но иногда запахъ обнаруживается по прошествіи нѣкотораго времени, напр. если вода сохраняется неотфильтрованной и обусловливается разложеніемъ раствореннаго въ испытуемой водѣ какого либо сѣрнистаго соединенія.

Для опредѣленія  $\text{H}_2\text{S}$  можно пользоваться нитропруссиднымъ натріемъ [ $\text{Fe}(\text{CN})_5 \text{NO Na}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ ], который даетъ въ присутствіи сѣры краснофіолетовое окрашиваніе.

Реакцію слѣдуетъ вести при нѣкоторомъ избыткѣ щелочи и довольно большомъ избыткѣ реактива, причемъ слѣдуетъ наблюдать пробирку сверху, разсматривая оттѣнокъ мениска, который при слѣдахъ сѣроводорода имѣетъ красноватый оттѣнокъ, хотя испытуемая вода принимаетъ золотисто-желтый цвѣтъ. Для сравне-

нія необходимо рядомъ ставить пробирку съ дистиллированной водой, въ которую прибавляютъ избытокъ щелочи и реактива.

Для пробы необходимы: двѣ пробирки, растворъ ѣдкой щелочи и свѣжій растворъ нитропруссиднаго натрія. („Анализъ воды“ Ольмюллера стр. 39).

Реактивъ необходимо готовить каждый разъ свѣжій, растворя для этого кристалликъ нитропруссиднаго натрія въ пробиркѣ; при стояніи растворъ этой соли разлагается.

#### 5. *Опредѣленіе азотной кислоты.*

Опредѣленіе азотной кислоты  $N_2O_5$  въ присутствіи азотистой возможно при помощи бруцина, раствореннаго въ концентрированной сѣрной кислотѣ.

На дно фарфоровой чашки помещаютъ нѣсколько кристалловъ бруцина \*) съ 1—2 куб. см. испытуемой воды. Затѣмъ въ сторонѣ отъ пространства занятаго водою съ бруциномъ, наливаютъ 1—2 капли концентрированной сѣрной кислоты и стеклянной палочкою сообщаютъ кислоту съ водою. Въ присутствіи азотной кислоты кристаллы бруцина окрашиваются въ красный цвѣтъ.

#### 6. *Опредѣленіе хлора.*

Опредѣленіе хлора  $Cl$  производится по способу Мора дѣйствіемъ титрованнаго раствора азотнокислаго серебра  $AgNO_3$  на испытуемую воду въ присутствіи 2 — 3 капель раствора (1 ч. соли + 20 ч. воды) хромокислаго калия ( $K_2CrO_4$ ). При этомъ образуется бѣлый осадокъ хлористаго серебра  $AgCl$ ; послѣ соединенія всего хлора испытуемой воды съ серебромъ раствора, избытокъ серебра замѣщаетъ калий въ  $K_2CrO_4$  и жидкость краснѣетъ; при большемъ избыткѣ  $AgNO_3$  появляется кирпичнокрасный осадокъ хромокислаго серебра  $Ag_2CrO_4$ .

Реакцію нужно вести въ среднихъ растворахъ, т. к.  $AgCl$  въ кислотахъ растворяется; желтая средняя соль  $K_2CrO_4$  не должна содержать красной двуххромовой соли  $K_2Cr_2O_7$ .

\*) Рекомендуются особенно осторожное обращеніе съ названнымъ веществомъ ввиду чрезвычайной его ядовитости (отравленіе мож. быть при вдыханіи пыли) почему при работѣ съ нимъ не слѣдуетъ пользоваться предметами, имѣющими обычное примѣненіе: напр. перочин. ножи къ и т. п.

Опредѣленіе Cl по этому способу затрудняется въ присутствіи  $H_2S$  и избытка органическихъ веществъ, т. к. они непосредственно разлагають  $AgNO_3$  и жидкость темнѣть.

Приготовленіе титрованнаго раствора  $AgNO_3$  производится слѣд. образомъ.

Приготовляютъ децинормальный растворъ  $AgNO_3$ , заключающій въ 100 куб. сантим. дистил. воды 1,7 грамма  $AgNO_3$  (нормальный растворъ заключаетъ на 1000 куб. сантим. дистил. воды 170 грам.  $AgNO_3$  или въ 100 куб. см. 17 гр.  $AgNO_3$ ). При большемъ содержаніи хлора въ испытуемой водѣ можно пользоваться децинормальнымъ растворомъ непосредственно; при болѣе слабомъ растворѣ слѣдуетъ разбавлять до центинормального (10 куб. сантим. раствора + 90 куб. сантим. дистил. воды) при этомъ получается растворъ 0,17 гр.  $AgNO_3$  въ 100 куб. с. или 0,0017 гр. въ 1 куб. сантим., что осаждаеть 0,00035 гр. хлора.

При опредѣленіи содержанія хлора, 50 куб. с. испытуемой воды наливають въ фарфоровую чашку, прибавляютъ 2—3 капли раствора  $K_2CrO_4$  и помощью бюретки сначала часто, затѣмъ осторожнѣе приливають каплями растворъ  $AgNO_3$ . Конецъ приливанія наступаетъ, когда жидкость покраснѣть, что означаетъ конецъ поглощенія всего хлора. Если растворъ приготовленъ центинормальный, то для опредѣленія количества хлора въ 1 литрѣ пробы воды, число прилитыхъ сантиметровъ раствора  $AgNO_3$  умножаютъ на  $\left(\frac{0,00035 \times 1000}{50}\right) = 0,007$ ; если титрованіе было децинормальнымъ, то умножаютъ на 0,07.

При значительномъ содержаніи хлора для уменьшенія расходванія раствора  $AgNO_3$ , пробу воды разбавляютъ въ 2, 5 и 10 разъ и результатъ вычисленія во столько же разъ увеличиваютъ.

Вслѣдствіе сильной свѣточувствительности  $AgNO_3$ , растворъ слѣдуетъ держать въ окрашенной стеклянкѣ и въ темнотѣ; но онъ всетаки портится и черезъ нѣкоторое время, слѣдуетъ его возобновлять или провѣрять правильность титра дѣйствуя имъ на растворъ поваренной соли опредѣленной концентраціи (для полноты реакціи нужно на 58,5 ч.  $NaCl$  — 170 ч.  $AgNO_3$ ).

### 7. Определение жесткости.

Определение жесткости воды основано на томъ, что содержащаяся въ водѣ соли кальція и магнія при дѣйствиі на нихъ „мыльнаго“ раствора разлагаются, образуя соли этихъ металловъ отъ жирныхъ кислотъ. Количество потраченного мыльнаго раствора, определеннаго титра установить величину жесткости воды, которая выражается градусами. 1 нѣмецкій градусъ жесткости = 1,79 франц. гр. = 1,25 англійск. гр.; при этомъ нѣмецк. град. опредѣляетъ содержаніе одной вѣсовой части окиси кальція (CaO) на 100.000 ч. дестил. воды или 10 милигр. CaO на 1000 куб. сант. или 1 литрѣ воды.

*Примѣчаніе.* Мыльный растворъ готовится изъ 15 куб. сант. чистой олеиновой кислоты, 600 куб. сант. спирта 90°—95°, 400 куб. сант. дестил. воды и 4 граммовъ ѣдкаго кали (KHO). (См. „Анализъ воды“ Ольмиуллера).

Благодаря содержанію испаряющагося спирта въ мыльномъ растворѣ, слѣдуетъ время отъ времени провѣрять его титръ.

Для установленія и повѣрки титра навѣска азотнокислаго барія  $Ba(NO_3)_2$  въ 4,668 грам. растворяется въ 1 литрѣ воды, образуя при этомъ растворъ въ 100 нѣм. гр. (жесткость опредѣляется въ зависимости отъ частичныхъ вѣсовъ и равна  $\frac{\text{ч. в. азотнокислаго барія}}{\text{ч. в. окиси кальція}} = 4,668$ ), т. е. 1 гр. CaO соотвѣтствуетъ 4,668 гр.  $Ba(NO_3)_2$ .

Къ 10 куб. сантм. этого раствора прибавляютъ 90 куб. сантм. дестил. воды и получается растворъ 10 нѣм. гр. жесткости (разведеніе водой для экономіи мыльн. раствора).

По изготовленіи этого раствора соли барія къ нему приливаютъ изъ бюретки по каплямъ м. р. въ началѣ по нѣсколько капель, позднѣе по одной, при этомъ производятъ каждый разъ сильное однообразное взбалтываніе стклянки и обращаютъ вниманіе на образованіе пѣны. Когда пѣна начнетъ становиться устойчивѣе, приливаютъ осторожнѣе и реакція заканчивается, когда весь заключающійся барій соединится съ жирной кислотой м. р., что опредѣляется образованіемъ бѣлой пѣны, толщиною до 5 м.м., не исчезающей по прошествіи 5 минутъ.

Определение повторяют 2—3 раза и отсчет производить все время по нижнему мениску. Если мыльного раствора истрчено при этомъ 10 куб. сантим. то 1 куб. с. его точно соотвѣтствуетъ 1 гр. нѣм. жесткости. Иначе определяютъ дѣйствительный расходъ, а слѣдовательно титръ. м. р. и пользуются имъ при исчисленіи какъ коэффициентомъ.

Положимъ мыльный растворъ слабѣе, и при повѣркѣ его пошло 1,1 куб. см. слѣдовательно 1° жесткости соотвѣтствуетъ 1,1 куб. см. мыльного раствора. Выражаясь точнѣе 1,1 куб. см. мыльного раствора соотвѣтствуетъ 10 млтр. окиси кальція въ 1 литрѣ воды, или 1 гр. въ 100.000 куб. см. воды.

Жесткость раздѣляютъ на общую или временную и постоянную. Первая соотвѣтствуетъ дѣйствительному содержанию жесткости въ водѣ, вторая определяется послѣ кипяченія пробы воды, при этомъ нѣкоторыя соли разлагаются и осаждаются; послѣднія предъ определениемъ должны быть отфильтрованы.

Въ обыкновенныхъ питьевыхъ водахъ источниковъ жесткость зависитъ отъ солей кальція и магнія. Въ полевои анализѣ ограничиваются определениемъ только временной жесткости и онъ раздѣляется: 1) на определение ж. отъ кальція и 2) на общую отъ кальція и магнія.

Первое определение основано на томъ, что въ присутствіи Сегнетовой соли и ѣдкаго калия въ реакцію вступаютъ только соли Са; если же къ испытуемой водѣ прибавить растворъ нашатыря ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) съ амміакомъ, то въ реакцію вступаютъ какъ соли Са, такъ и всѣ соли Mg.

а) Определение жесткости зависящей только отъ солей кальція.

Въ стеклянку, предназначенную для определения жесткости отмѣряютъ 100 куб. с. пробы воды, разбавленной въ 2, 5, 10 разъ въ зависимости отъ избытка растворенныхъ солей (при избыткѣ солей вообще и въ особенности магниевыхъ получается послѣ взбалтыванія „ложная“ пѣна, липкая, грязная, неровная) и прибавляютъ 5 куб. сантим. приготовленнаго отдѣльно раствора (№ 1), состава 6 грам. ѣдкаго калия и 100 гр. Сегнетовой соли въ 500 куб. сантим. дистил. воды.

Взболтавъ стклянку, ставятъ ее подь бюретку съ м. р. и титруютъ, взбалтывая по указанному выше, до полученія стойкой, мелкой, ровной и бѣлой пѣны, не исчезающей въ теченіи 5 минутъ.

Если при этомъ израсходовано 8,8 куб. с. м. р., то при титрѣ, соответствующемъ 1 куб. с.—1 градусу, получится, что жесткость воды равна 8,8 град. нѣм. жест.; если 1 градусу соответствуетъ напр. 1,1 куб. сан., то жесткость равна 8 град.; если испытуемая вода была разбавлена напр. въ 4 раза, то результатъ нужно увеличить во столько же, т. е. получится  $8,8 \times 4 = 35,2$  град. или  $8 \times 4 = 32$  град.

б) Опредѣленіе жесткости, зависящей отъ солей кальція и магнія.

Отмѣряютъ 20 куб. сант. пробы воды и добавляют до 100 куб. с. (въ разведенной водѣ реакція идетъ лучше); прибавляютъ 5 куб. с. раствора (N 2), составленнаго слѣдующимъ образомъ: растворяютъ въ дистил. водѣ 10 гр. нашатыря, прибавляютъ 100 куб. с. 10% раствора амміака и добавляют водой до 500 куб. с. Послѣ этого приступаютъ къ титрованію м. р., какъ указано выше до появленія пѣны и результатъ увеличиваютъ въ ( $100/20 =$ ) пять разъ.

Чтобы опредѣлить число градусовъ жесткости только отъ солей магнія слѣдуетъ вычесть изъ общей жесткости, жесткость отъ кальція, а чтобы получить вѣсовое количество окиси отъ магнія въ 100.000 г. воды, слѣдуетъ число градусовъ жесткости магнія разделить на отношеніе частичныхъ вѣсовъ окиси кальція къ окиси магнія  $= \binom{56}{40} = 1,4$ .

### 8. Опредѣленіе ангидрита.

Опредѣленіе ангидрита сѣрной кислоты  $SO_3$ .

а) Для опредѣленія дѣлаютъ временное допущеніе, что окиси кальція и магнія полностью соединены съ сѣрной кислотой и вычисляютъ предполагаемое количество послѣдней. Затѣмъ испытуемую воду слегка подкисляютъ соляною кислотой (въ предупрежденіе осажденія углекислыхъ солей) и нагреваютъ не доводя

до кипѣнія; приливають титрованного раствора азотнокислаго барія съ избыткомъ на тотъ случай, если количество сѣрной кислоты болѣе временно допущеннаго. Чтобы узнать достаточно ли прибавлено титра, къ небольшой порціи воды, подвергающейся анализу, приливають азотнокислаго барія; если помутнѣнія нѣтъ, то приливаніе титра прекращаютъ.

Перемѣшавъ жидкость и давъ ей немного отстояться, фильтруютъ черезъ смоченный спиртомъ фильтръ. Въ растворѣ останутся соли Са и Mg и избытокъ Ва ( $\text{NO}_3$ )<sub>2</sub> отъ осажденія  $\text{SO}_3$ .

Затѣмъ титрованіемъ мыльнаго раствора опредѣляютъ жесткость этой жидкости; вычитая изъ нее ранѣе опредѣленную жесткость отъ Са и Mg, получается жесткость отъ барія. Зная титръ вычисляется вѣсовое количество барія. Вычитая это количество изъ всего первоначально прибавленнаго барія, получается количество барія осѣвшаго съ сѣрной кислотой, откуда опредѣляется уже вѣсовое количество послѣдней.

б) Приблизительное опредѣленіе ангидрита сѣрной кислоты по шкалѣ. Въ виду сложности предыдущаго способа можно опредѣлить  $\text{SO}_3$  по способу сравненія, воспользовавшись свойствомъ малой измѣняемости сѣрнокислаго барія.

Въ сосуды одинаковаго объема, длины и діаметра, (пригодны напр. цилиндрическіе сосуды, вродѣ пробирокъ, но болѣе толсто-стѣнные), числомъ произвольнымъ, напр. пять, вливаются растворы сѣрнокислаго натрія ( $\text{Na}_2 \text{SO}_4 + 10 \text{H}_2 \text{O}$ ) и хлористаго барія ( $\text{Ba Cl}_2 + 2 \text{H}_2 \text{O}$ ) съ тѣмъ расчетомъ, что во всѣхъ цилиндрахъ количество жидкости одно и то же 20—25 куб. сант.; вслѣдствіе соединенія этихъ солей образуется осадокъ сѣрнокислаго барія ( $\text{Ba SO}_4$ ) и въ растворѣ остается хлористый натрій ( $\text{Na Cl}$ ).

(Частичный вѣсъ  $\text{Na}_2 \text{SO}_4 + 10 \text{H}_2 \text{O} = 322$  и  $\text{Ba Cl}_2 + 2 \text{H}_2 \text{O} = 244$ ).

Пропорціонуя количества взятыхъ солей согласно ихъ частичнымъ вѣсамъ, можно приготовить рядъ цилиндровъ съ жидкостью, содержащей въ осадкѣ  $\text{SO}_3$ , напр., въ количествѣ 500, 250, 125, 62, 31 милигр. въ 1 литрѣ воды. Въ зависимости отъ количества осадка находится и степень мутности воды.

Для составленія шкалы наливають въ два сосуда по 500 куб. с.

дестил. воды; въ одной половинѣ растворяютъ 2012,5 миллигр.  $\text{Na}_2 \text{SO}_4 + 10 \text{H}_2 \text{O}$ , а въ другой 1525 миллигр.  $\text{Ba Cl}_2 + 2 \text{H}_2 \text{O}$ . При сливаніи этихъ порцій полностью или частью каждаго раствора по поровну, получается содержаніе  $\text{SO}_2$  въ осадкѣ на 1 литрѣ воды. Разбавляя первые растворы полностью или частью, но поровну, въ одинаковое число разъ дестил. водой и сливая растворы, можно получить въ столько же разъ слабѣе содержаніе  $\text{SO}_2$  въ 1 литрѣ воды.

Наполненные пробирки вставляютъ въ раму, вдѣланную въ ящикъ съ открывающимися противоположными стѣнками, причемъ пробирки расположены въ одинъ рядъ; шестая пробирка, пустая, вставленная тоже въ ящикъ, служитъ для сравненія. Шкала должна быть заготовлена предъ выѣздомъ на работу. При производствѣ анализа въ пустую пробирку наливаютъ 24 куб. с. пробы воды и н приливаютъ около 1 куб. с. насыщеннаго при 15—20° С раствора  $\text{Ba Cl}_2 + 2 \text{H}_2 \text{O}$ . Послѣ этого пробирку взбалтываютъ въ продолженіи 2—3 минутъ, и сравниваютъ образовавшееся помутненіе съ взболтанными предварительно членами шкалы.

Какъ видно опредѣленіе  $\text{SO}_2$  только приблизительно: предѣлы низшихъ содержаній меньше разнятся между собою. При долгомъ стояніи мелкозернистый, полученный на холоду, осадокъ  $\text{Ba SO}_4$  слеживается, поэтому предъ употребленіемъ члены шкалы должно сильно встряхивать.

### 9. *Опредѣленіе окисляемости.*

Опредѣленіе окисляемости, плотнаго остатка въ водѣ и пр., въ виду трудности выполненія въ полѣ, не производится, особенно потому, что указанные опредѣленія достаточно характеризуютъ пригодность воды для употребленія.

Особенно вредными для организма являются органическія при- мѣси и сѣрнокислыя соли натрія (Глауберова соль) и магнія (англійская соль), которыя въ избыткѣ дѣйствуютъ расслабляюще на желудокъ.

### III. Оборудованіе отряда \*).

Для производства гидротехническихъ изыскательныхъ работъ каждый отрядъ, во главѣ котораго предполагается руководитель—техникъ специалистъ, снабжается рабочей силой и инвентаремъ. Въ составъ отряда входитъ 10 человекъ рабочихъ, изъ коихъ 1 старшій и 9 младшихъ; изъ нихъ 4 имѣютъ по одной одноконной подводѣ для перевозки инструмента и всего багажа. Это число рабочихъ даетъ возможность вести успѣшно развѣдочное буреніе, причемъ одновременно можетъ быть закладываемо 2—3 скважины.

Техникъ при выѣздѣ на работы долженъ имѣть слѣдующіе инструменты, приборы и предметы:

#### I. Буровой инструментъ.

1. Трубъ обсадныхъ съ муфтами, длинною 4 фут., и	
2. Трубъ обсадныхъ съ муфтами, длинною 7 фут., всего на глубину сажень . . . . .	15
3. Штангъ обсадныхъ съ муфтами, длинною 4 фут., и	
4. Штангъ обсадныхъ съ муфтами, длинною 7 фут., всего на глубину сажень . . . . .	20—25
5. Башмаковъ къ обсаднымъ трубамъ . . . . .	5
6. Патрубковъ . . . . .	4
7. Ушекъ узкихъ . . . . .	4
8. Клещей штанговыхъ . . . . .	6
9. „ „ муфтовыхъ . . . . .	4
10. „ „ трубныхъ . . . . .	2
11. Ключей цѣпныхъ . . . . .	2
12. „ „ гаечныхъ къ обе. тр. . . . .	2
13. „ „ французскихъ . . . . .	1
14. Вилочъ подкладныхъ . . . . .	3
15. Домкратовъ . . . . .	2

\*) Примѣнительно для работъ въ малонаселенныхъ мѣстахъ (Азіатская Россія); въ болѣе населенныхъ количество бурового инструмента и нѣкоторыхъ др. предметовъ, число подводъ м. б. уменьшено.

16. Палокъ къ нимъ . . . . .	2
17. Деревянныхъ подкладокъ подъ домкраты . . . . .	2
18. Ложекъ оттянутыхъ . . . . .	3
19. » со шпинделемъ . . . . .	3
20. » большого діаметра для чистки скважины . . . . .	1
21. Шпинделей . . . . .	2
22. Желонокъ . . . . .	3
23. Башмаковъ къ желон. съ шаровыми клапанами . . . . .	2
24. Змѣвиковъ . . . . .	3
25. Долотъ—перистыхъ . . . . .	2
26. » плоскихъ . . . . .	2
27. » пирамидальныхъ . . . . .	2
28. Хомутовъ деревянныхъ . . . . .	4
29. » желѣзныхъ . . . . .	4
30. Болтовъ къ дерев. хомутамъ . . . . .	2
31. Муфть трубныхъ запасныхъ . . . . .	2
32. » штанговыхъ » . . . . .	16
33. Колоколовъ . . . . .	1
34. Ловителей . . . . .	1
35. Клушновъ „Дуплексъ“ . . . . .	1
36. Труборѣзовъ . . . . .	1
37. Веревокъ для желонокъ саженой . . . . .	40
38. Ящиковъ для инструмента длиной 4 фута . . . . .	2
39. » » » » 7 футовъ . . . . .	4
Если требуется легкій разборный коперъ:	
40. Деревянные ноги . . . . .	3
41. Скрѣпляющій болтъ . . . . .	1
42. Блокъ . . . . .	1
43. Веревка для подъема . . . . .	1
44. Крюкъ . . . . .	1
45. Ушко широкое . . . . .	1

## II. Геодезическій инструментъ.

1. Нивелляръ съ треногой фирмы за № . . . . .	1
2. Гоніометръ съ треногой № . . . . .	1
3. Реекъ складныхъ двухсаженныхъ . . . . .	2

4. Лента стальная дл. 10 саж. . . . .	1
5. Шпилекъ къ ней . . . . .	10
6. Рулетка дл. 10 саж. съ 3-мя дѣленіями: дюймы, вершки, сотки саж. . . . .	2
7. Клещи для починки лентъ съ принадлежностями и кускомъ, ленты . . . . .	1
8. Вѣхъ . . . . .	6
9. Ватерпасъ . . . . .	1
10. Бинокль въ футлярѣ . . . . .	1
11. Буссоль карманная . . . . .	1
12. Секундомѣръ . . . . .	1
13. Компасъ горный съ уровнемъ на мѣдной доскѣ размѣромъ 7,5 сантиметра $\times$ 10 сант. . . . .	1
14. Барометръ — aneroidъ . . . . .	1

### III. Походное снаряженіе.

1. Палатокъ съ принадлежностями, размѣромъ пола аршинъ $3 \times 4$ . . . . .	1
2. Тоже размѣромъ пола $4 \times 6$ . . . . .	1
3. Мѣшковъ для палатокъ . . . . .	2
4. » » кольевъ . . . . .	2
5. Столъ складной . . . . .	1
6. Стулъ » . . . . .	1
7. Бочка емкостью 10—20 ведеръ . . . . .	1
8. Крановъ къ ней . . . . .	1
9. Лопать копальныхъ . . . . .	3
10. » для выбрасыванія . . . . .	1
11. Топоровъ . . . . .	1
12. Ломовъ . . . . .	1
13. Кайль . . . . .	1
14. Молотковъ . . . . .	1
15. Ведеръ . . . . .	5
16. Точило съ корытомъ . . . . .	1
17. Напильниковъ хорошей стали (плоскій, полукруглый и трехгранный) . . . . .	3
18. Буравъ плотнич. $d = \frac{3}{4}$ дюйм. . . . .	1

19. Фонарей . . . . .	1
20. Долотъ плотничныхъ . . . . .	1
21. Сундуковъ . . . . .	1
22. Замокъ . . . . .	7
23. Ножевка . . . . .	1
24. Бутылокъ для пробъ воды, винныхъ съ пробками въ плетеной корзинѣ . . . . .	6
25. Мѣшковъ для образцовъ породъ . . . . .	30
26. Аптечка съ наборомъ необход. медикаментовъ и перевязочныхъ средствъ . . . . .	1

#### IV. Канцелярскія принадлежности.

1. Папка парусиновая . . . . .	1
2. Транспортиръ . . . . .	1
3. Масштабъ съ двумя дѣлениями: дюймы и сотки . . . . .	1
4. Полусаженка складная съ 4-мя дѣл. . . . .	1
5. Готовальня . . . . .	1
6. Линейка . . . . .	1
7. Треугольники . . . . .	1
8. Перочинный ножикъ . . . . .	1
9. Чернила флаконовъ („Пеликанъ“) . . . . .	1
10. Туши . . . . .	1
11. Кальки аршиновъ . . . . .	2
12. Клѣтчатки въ 0,01 саж. аршиновъ . . . . .	3
13. Ручекъ . . . . .	2
14. » чертежныхъ . . . . .	1
15. Карандашей „Карнацъ“ № 2 . . . . .	6
16. » синихъ—красныхъ . . . . .	2
17. » „Кайноръ“ . . . . .	2
18. » пикетажныхъ . . . . .	1
19. Перьевъ простыхъ и чертежныхъ . . . . .	15
20. Резинокъ твердыхъ и мягкихъ . . . . .	2
21. Бумаги № 6 чистой дестей . . . . .	1
22. Графленой въ линейку » . . . . .	1
23. » » клѣтку » . . . . .	1

24. Бланокъ „отношеній“, въ 1 листъ въ $\frac{1}{2}$ и $\frac{1}{4}$ листа— листовъ . . . . .	55
25. Тоже „краткихъ свѣдѣній о работахъ“ . . . . .	10
26. » счетовъ съ вкладышами . . . . .	$\frac{10}{15}$
27. » требовательныхъ вѣдомостей . . . . .	20
28. » справочныхъ цѣнъ . . . . .	5
29. » опросныхъ справочн. цѣнъ . . . . .	10
30. » росписокъ . . . . .	50
31. » вѣдомостей инструментовъ . . . . .	2
32. » » буровыхъ скважинъ (въ 4 стран.) . . . . .	15
33. Книжечкы удостовѣреній о разъѣздахъ . . . . .	2
34. » нивелировочныхъ . . . . .	2
35. » буровыхъ . . . . .	2
36. » рабочихъ . . . . .	20
37. » записныхъ . . . . .	1
38. » разносныхъ . . . . .	1
39. Пакетовъ . . . . .	50
40. Облатокъ почтовыхъ . . . . .	50
41. Кнопокъ . . . . .	12
42. Транспортъ . . . . .	1
43. Цвѣтныхъ карандашей компл. . . . .	1
44. Карта въ масштабѣ 10, 15, 20 верстъ въ 1 дюймѣ . . . . .	1

#### V. Л а б о р а т о р і я .

1. Ваты гигроскопической фунт. . . . .	$\frac{1}{4}$
2. Фильтровальн. бумаги обыкнов. дестей . . . . .	1
3. Лакмусовой синей и красной пачекъ . . . . .	1
4. Воронокъ большихъ 60° . . . . .	1
5. » малыхъ 60° . . . . .	2
6. Колба коническая съ носикомъ . . . . .	1
7. Мензурка цилиндрическая на 100 куб. сант. . . . .	1
8. Пипетокъ Мора на 5 куб. сант. . . . .	2
9. Фарфоровая чашка въ 180 куб. сант. . . . .	1
10. Пробирокъ ( $1\frac{1}{2} \times 15$ сант.) . . . . .	6
11. Штативъ для пробирокъ . . . . .	1

12. Бюретокъ Мора съ краномъ и резиновой пробкой на 30 куб. сант. . . . .	2
13. Штативъ съ зажимомъ для бюретокъ и кольцомъ для воронки . . . . .	1
14. Бѣлыхъ стеклянокъ съ притертой пробкой на 200 куб. с. . . . .	1
15. Стеклянокъ оранжев. стекла съ притертой пробкой на 150—250 куб. сант. . . . .	2
16. Большихъ и малыхъ резиновыхъ пробокъ . . . . .	2
17. Стеклянныхъ палочекъ . . . . .	2
18. Щетокъ для чистки пробирокъ . . . . .	1
19. » » » воронокъ . . . . .	1
20. Термометръ отъ $-15^{\circ}$ С. до $+100^{\circ}$ С. . . . .	1
21. Дистиллированной воды четвертей . . . . .	1-2
22. Шкала для опредѣленія $SO_2$ . . . . .	1

а) пробирки, закрытыя корковыми пробками, съ навѣсками реактивовъ:

23. Азотнокислаго серебра по 1,7 граммовъ . . . . .	5
24. Азотнокислаго барія по 4,668 » . . . . .	1
25. Бруцина . . . . .	1
26. Цинковая пыль . . . . .	1
27. Хлористый барій . . . . .	1

б) стеклянокъ съ растворами реактивовъ:

28. Растворъ хлористаго барія . . . . .	1
29. » № 1 съ резиновой пробкой . . . . .	1
30. » № 2 . . . . .	1
31. Мыльный растворъ (съ резинов. колпачкомъ) . . . . .	1
32. Реактивъ Несслера съ резинов. проб. . . . .	1
33. » Лунге съ резинов. колпачкомъ . . . . .	1
34. » азотнокислаго барія . . . . .	1

в) баночекъ съ сухими реактивами:

35. Желтаго хромокислаго кали . . . . .	1
36. Ъдкаго калия съ резиновой пробкой . . . . .	1
37. Нитропруссиднаго натрія съ корк. пр. . . . .	1

г) кислоты въ баночкахъ съ притертыми пробками и  
стеклянными колпачками:

38. Сѣрной кислоты . . . . .	1
39. Соляной > . . . . .	1
40. Азотной > . . . . .	1
41. Ящикъ для лабораторіи . . . . .	1

#### IV. Инструкція для работы.

Если техникъ-руководитель изысканіями командируется какимъ либо учрежденіемъ, то передъ выѣздомъ на работы онъ долженъ получить слѣдующее:

1) Инструкцію для производства гидротехническихъ работъ и предписаніе произвести обслѣдованіе площади или участковъ съ указаніемъ числа ихъ, предположительныхъ размѣровъ и границъ каждаго, если таковыя намѣчены; также проектированное число душевыхъ долей для каждаго участка.

2) Плановой матерьяль—десятиверстную или крупнѣе карту района, гдѣ предположены работы, съ нанесенными участками и имѣющіеся планшеты въ масштабѣ 1 или 2 версты въ дюймѣ.

3) Результаты общихъ изысканій, если онѣ ранѣ производились.

4) Предписаніе на производство расходовъ и отчетности въ нихъ.

5) Открытые листы и предписанія отъ губернской или областной администраціи на русскомъ и мѣстномъ языкахъ.

Увѣдомленіе уѣздныхъ и крестьянскихъ начальниковъ, волостныхъ управителей и др. лицъ о предполагаемыхъ работахъ должно быть сдѣлано до выѣзда техника на работы.

На обязанности техника возлагается принятіе подъ росписку и храненіе всего инвентаря.

По изслѣдованіи каждой площади или участка техникъ обязывается донести предварительно о результатѣ работъ съ указаніемъ пригодна или нѣтъ площадьъ подъ заселеніе и на какое количество душевыхъ долей: какимъ образомъ площадь будетъ обезпечена водой: колодцами, запрудами или естественнымъ водоемомъ; въ

какомъ урочищѣ на площади найдена вода и гдѣ избранъ пунктъ поселенія; на какой глубинѣ найдена вода: сколько скважинъ заложено; качество воды.

По окончаніи полевыхъ работъ техникъ долженъ представить подробное описаніе cadaго участка или площади отдѣльно съ заключеніемъ о пригодности ихъ для заселенія и указаніемъ числа десятинъ, по расчету на одну мужскую душу или долю.

При отчетѣ должны быть приложены:

- 1) Нивелировочные журналы; высшія условныя отмѣтки должны обозначаться цифрами большими, низшія—меньшими.
- 2) Геологическіе разрѣзы съ нанесеніемъ буровыхъ скважинъ въ масштабѣ для горизонтальныхъ разстояній въ 0,01 саж.—отъ 50 до 100 саженой, и для вертикальныхъ въ 0,01 саж.—1 саж.
- 3) Буровые журналы.
- 4) Планъ площади, снятый съ планшетовъ съ приблизительнымъ нанесеніемъ горизонталей черезъ 1 сажень.
- 5) Пробы воды и образцы породъ представляющихъ особый интересъ.

Если несмотря на неблагопріятные результаты гидротехническаго обследованія, поселеніе всетаки желательно устроить, то, въ дополненіе къ имѣющейся, но въ недостаточномъ количествѣ подземной водѣ, должны быть сдѣланы предварительныя изысканія для спроектированія запруды и представлены данныя, на основаніи которыхъ можно было бы составить примѣрный расчетъ и опредѣлить примѣрную стоимость сооруженія. Для этого нужно: 1) произвести нивелировку вдоль оси лога, версты на 2—3 выше мѣста запруды; 2) снять поперечные профили на мѣстѣ плотины и выше ея въ нѣсколькихъ мѣстахъ для исчисленія объема водохранилища; 3) на мѣстѣ предполагаемой запруды, по оси и по бокамъ лога, а также и по дну его нужно углубить нѣсколько скважинъ, глубиною 3—4 саж. для выясненія качества грунтовъ, составляющихъ будущее ложе водохранилища, обращая вниманіе, не имѣется ли водоносныхъ или водопроницаемыхъ слоевъ и на какой глубинѣ залегаетъ водонепроницаемый грунтъ. На основаніи этихъ данныхъ при составленіи отчета должно нанести на планъ

результаты изысканій и составить поперечные профиля и геологическіе разрѣзы въ мѣстѣ, гдѣ предполагается устройство плотины и водохранилища.

### Краткія указанія о производствѣ изысканія для устройства водохранилища.

Въ случаѣ, если представляется надобность составить болѣе подробно проектъ и расчетъ стоимости запруды можно руководствоваться нижеслѣдующимъ.

#### *А. Данныя для изысканій.*

1. Необходимо пользоваться матеріалами ранѣе производившихся изысканій и на нихъ, когда слѣдуетъ, основываться.

2. Не лишнее собрать отъ мѣстныхъ жителей свѣдѣнія, устраивались-ли какія либо сооруженія въ изслѣдуемомъ бассейнѣ, какія именно и каковы были результаты; а если ничего не устраивалось—то по какимъ причинамъ.

3. Имѣть точныя свѣдѣнія о минимальномъ запасѣ воды, которымъ нужно снабдить существующее или предполагаемое селеніе по расчету числа дворовъ.

4. Имѣть данныя наблюденій сосѣднихъ метеорологическихъ станцій по возможности не менѣе чѣмъ за 10 лѣтъ, при чемъ главное вниманіе слѣдуетъ обратить на годовые и мѣсячныя, максимальныя и минимальныя осадки (въ миллиметрахъ) и испареніе: на толщину снѣжнаго покрова, переведеннаго на объемъ воды и на преобладающія направленія вѣтра.

При расчетѣ можно руководствоваться, что 1 куб. саж. снѣга равна 9,712 куб. метр.=58 пуд.; 1 куб. саж. воды==592,9 пуда==789,6 ведр.; 1 метръ==0,4687 саж.; 1 саж.=2,1335 метр.; 1 ведро==750 куб. дюйм. или 0,4355 куб. фут.

5. Необходимо имѣть карты въ возможно крупномъ масштабѣ для участка, гдѣ предполагается водохранилище, а кромѣ того озаботиться составленіемъ карты водосборнаго бассейна въ масштабѣ 5 верстъ въ дюймѣ.

6. Передъ началомъ работъ необходимо знать размѣры возможнаго ассигнованія на устройство предполагаемаго сооруженія.

7. Достать въ ближайшемъ городѣ вѣдомость о справочныхъ цѣнахъ на рабочія силы и матеріалы.

### *Б. Общія изысканія.*

1. Цѣлью общихъ изысканій является рѣшеніе вопроса, возможно ли устройство водохранилища въ техническомъ отношеніи въ предѣлахъ предполагаемаго ассигнованія.

2. Передъ работами необходимо подробно осмотрѣть весь водосборный бассейнъ и попутно составить его описаніе: овраги, впадины, обнаженія, колодцы, родники, растительность; опредѣлить площадь бассейна, число находящихся на ней ауловъ, селеній, ихъ водоснабженіе, площадь распаханыхъ земель, подъ лѣсомъ.

3. На основаніи имѣющихся данныхъ, надо составить планъ подробныхъ изысканій, для чего на картѣ необходимо нанести всю сѣть геодезическихъ работъ, принявъ за начало работъ мѣсто существующаго или предполагаемаго поселка.

4. Нивелировочныя работы при общихъ изысканіяхъ должны заключаться въ выполненіи возможно минимальной части нивелировочной сѣти подробныхъ изысканій, но притомъ такъ, чтобы можно было приблизительно опредѣлить: можно ли имѣть сооруженіе, какого типа, запасъ воды и общую стоимость. Работы должны быть сдѣланы съ тѣмъ расчетомъ, чтобы при подробныхъ изысканіяхъ онѣ не повторялись.

5. Въ районѣ изслѣдованій, въ особенности около оси плотины, должны быть поставлены надежные репера; нивелировочная сѣть для накладки на планѣ должна быть связана съемкой между собой и съ тригонометрическимъ, или какимъ либо другимъ имѣющимся на планѣ пунктѣ (вершина сопки, могила).

6. Опредѣливъ требуемый запасъ воды въ водохранилищѣ приступаютъ къ выясненію мѣста плотины и высоты ея.

7. Высота плотины, обеспечивающая требуемый запасъ въ водохранилищѣ, опредѣляется ощупью. Объемъ запаса  $Q$  вычисляется по схематической формулѣ:

$$Q = Bg - Pk - Sz + n(W - N) + P1$$

гдѣ  $V$ —площадь бассейна, съ котораго стекаетъ вода въ водохранилище;  $P$ —площадь открытой поверхности воды водохранилища;  $S$ —площадь ложа водохранилища;  $W$ —наименьшій суточный притокъ воды въ руслѣ. Въ сухихъ оврагахъ  $W=0$ ;  $N$ —объемъ ежедневныхъ утратъ воды отъ просачиванія черезъ плотину;  $n$ —число сутокъ;  $g$ —высота слоя зимнихъ осадковъ бассейна, по метеорологическимъ наблюденіямъ;  $k$ —величина испаренія воды для данной мѣстности;  $z$ —коэффициентъ просачиванія воды въ почву, составляющую ложе водохранилища;  $l$ —толщина льда.

Изъ этихъ величинъ  $V$  опредѣляется съ карты непосредственно;  $P$  и  $S$  (которыя можно принять равными другъ другу) тоже по картѣ слѣдующимъ образомъ: задаваясь различными высотами подпора вычерчиваютъ (если есть горизонталы) кривые урѣза воды водохранилища при подпертомъ горизонтѣ, достигая того, чтобы объемъ воды при этомъ горизонтѣ равнялся бы требуемому объему запаса воды. Опредѣленіе  $W$  дѣлается умноженіемъ живого сѣченія, въ требуемомъ мѣстѣ, на скорость теченія;  $g$  берется равнымъ отъ  $\frac{1}{3}$  до  $\frac{1}{2}$  слоя, выпадающихъ осадковъ зимою въ данной мѣстности.

8. Въ зависимости отъ конфигураціи лога или русла рѣчки, гдѣ предположено устройство плотины и объема требуемаго запаса воды выяснится, будетъ ли плотина глухою или для выпуска избытка притекающей въ водохранилище воды долженъ быть устроенъ водосливъ.

9. Если окажется, что бассейнъ не можетъ дать надлежащее количество воды и невозможно увеличить бассейнъ до необходимой величины, посредствомъ перенесенія оси плотины ниже по руслу, слѣдуетъ сдѣлать дополнителныя изысканія, нельзя ли проведеніемъ возможно короткихъ неглубокихъ канавъ стянуть воду отъ таянія снѣга или изъ лѣсныхъ и кустарныхъ зарослей, большею частью представляющихъ небольшія котловины, но при условіи, что это не повліяетъ вредно на нихъ въ какомъ бы то ни было отношеніи.

10. При опредѣленіи оси плотины можетъ быть два случая: а) если селеніе существуетъ и б) оно проектируется. Въ первомъ случаѣ надо имѣть въ виду, чтобы стекающія нечистоты и скотъ

не портили воду въ водохранилищѣ: во второмъ случаѣ ось плотины должна быть опредѣлена на основаніи совокупности наивыгоднѣйшихъ техническихъ условій сооруженія и сельско-хозяйственныхъ условій для поселенія. вмѣстѣ съ тѣмъ, для выбора мѣста плотины необходимо удовлетворительное рѣшеніе слѣдующихъ вопросовъ: можно ли имѣть удобный и отдѣленный материкомъ отъ плотины водосливъ и на какой глубинѣ залегаетъ прочное, водонепроницаемое основаніе подъ плотину; врѣзается-ли плотина обоими концами въ материкъ; опредѣленіе наиболѣе выгодной длины плотины, для требуемаго запаса воды: имѣется ли близко и въ достаточномъ количествѣ грунтъ для тѣла плотины, достаточно ли водонепроницаемо ложе водохранилища и не послѣдуетъ ли засолоненіе воды отъ выщелачиванія почвы и нижележащихъ слоевъ.

11. Буровыя изысканія или шурфовка по изслѣдованію грунта по оси плотины и дна будущаго водохранилища должны быть сдѣланы самымъ тщательнымъ образомъ и всѣ скважины, реперы и шурфы связаны съ сѣтью нивелировки.

### *В. Подробныя изысканія.*

1. Передъ тѣмъ какъ приступить къ детальнымъ изысканіямъ необходимо вторично провѣрить правильность плана работъ и, если что упущено, пополнить.

2. Русло со всѣми развѣтвленіями должно быть тщательно вторично изслѣдовано, при чемъ надо имѣть въ виду, не будетъ ли въ послѣдствіи порчи воды въ водохранилищѣ отъ выше лежащихъ селеній, кожевенныхъ и другихъ заводовъ, зимнихъ стоянокъ скота и т. д.

3. Главная нивелировочная линія, какъ то: ось плотины, ось водослива, магистрали вдоль главнаго тальвега на 3 версты выше и 1 вер. ниже оси, а также поперекъ его, должны быть пройдены двойной нивелировкой. На всѣхъ руслахъ нужно возможно чаще (черезъ  $\frac{1}{2}$  вер.) занивелировать горизонтъ высокой воды, основываясь на примѣтахъ и опросахъ мѣстныхъ жителей.

На мѣстѣ водохранилища поперечные профили нужно брать черезъ 20—50—100 саж. и болѣе, смотря по рельефу мѣстности.

4. Допустимая ошибка въ нивеллировкѣ можетъ быть: на линияхъ двойной нивеллировки не болѣе 0,002 с. на версту и на линияхъ одиночной нивеллировки 0,005 на версту.

5. При трасировкѣ водосборныхъ канавъ, уклонъ ихъ не долженъ быть болѣе 0,0006 саж.: необходимо по возможности избѣгать устройства какихъ бы то ни было сооружений на канавахъ: шлюзовъ, перепадовъ, трубъ и т. д.

6. Предполагаемая для открытія резервовъ мѣста, откуда будетъ выниматься земля для плотинъ, дамбъ и др. необходимо исследовать для опредѣленія: а) качества грунта; б) сколько нужно снять верхняго растительнаго слоя, чтобы обнажить для разработки грунтъ для насыпки плотины; в) достаточно ли его для сооружения и г) опредѣлить выгодность разстоянія и способа перевозки до мѣста работъ.

*Примѣчаніе.* Слѣдуетъ различать грунты:

1. По составу:

скальные, хрящеватые, песчаные, глинистые, илистые, торфяные и растительные.

2. По способу разработки:

твердые каменные . . . . . динамитъ, порохъ.

каменные трещиноватые . . . . . ломъ, кирка.

плотные сухіе:

каменные или трещиноватые . . . . .

растительная земля . . . . .

чистый песокъ, сырая глина . . . . .

} ломъ, желѣзная лопата,  
пата, китмень, лопата  
съ насадкой.

3. По отношенію къ водѣ:

водопроницаемые, водонепроницаемые, размываемые и не размываемые водой.

Для насыпки тѣла плотины пригоднымъ считается грунтъ, содержащій отъ 30 до 50% песку на 1 куб. саж. объема. При глинахъ съ содержаніемъ песка менѣе 30% добавляется равномерно необходимое количество песка. Если содержаніе песка превышаетъ 50% достигая 66%, то грунтъ можетъ быть употребляемъ на откосы тѣла плотины съ условіемъ

устройства ядра из плотной глины съ содержаніемъ песка не болѣе 45% при тщательной утрамбовкѣ.

По наблюденіямъ слой глины толщиною въ 1 метръ и болѣе водонепроницаемъ.

7. Если свойства грунта обусловливаютъ заложеніе замка глубже 1,5 саж., то необходимо сдѣлать предварительный подсчетъ стоимости сооруженія на основаніи общихъ изысканій; если опредѣленная смѣта не превышаетъ ассигнованія, можно приступить къ подробнымъ изысканіямъ.

8. Необходимо на мѣстѣ собрать свѣдѣнія, откуда, въ какое время и по какой цѣнѣ могутъ быть доставлены строительный матеріалъ и рабочіе.

### *1. Плотины земляныя, глухія или съ водосливомъ.*

1. Гребень плотины долженъ быть выше максимальнаго горизонта воды въ прудѣ, во время прохода воды черезъ водосливъ и на случай нагона воды вѣтромъ на плотину, не менѣе, какъ на 0,50 саж.

Ширина плотины по верху опредѣляется по формулѣ:

$$b = 4,00 + 0,3 (h - 3) \text{ въ метрахъ}$$

гдѣ  $b$  ширина гребня, а  $h$  высота плотины.

Подпорный откосъ не менѣе 1:3; обязательное крѣпленіе его дерномъ или выстилка камнемъ или фашинами, если это выгодно. Откосъ дѣлается ступенчатый, если направленіе преобладающихъ вѣтровъ не уклоняется отъ перпендикуляра къ оси плотины болѣе 45°, въ противномъ случаѣ дерновка допускается плашмя, но тщательная; въ обоихъ случаяхъ съ подсылкою чернозема въ 0,10 с. Подъ плотиной долженъ быть снятъ весь растительный слой, выкорчеваны пни и корни кустарниковъ. Замокъ подъ плотиной долженъ быть сдѣланъ согласно чертежа. Глубина и толщина замка въ завѣсности отъ высоты плотины и близости водонепроницаемаго слоя (онъ долженъ быть углубленъ въ этотъ слой не менѣе какъ 0,30 саж.). Главное ядро плотины до максимальнаго уровня воды въ прудѣ должно утрамбовываться, а замокъ особо тщательно.

Остальная часть тѣла плотины (т. е. выше максимальнаго горизонта воды—0,5 саж.) дѣлается безъ утрамбовки съ одной укаткой земли возами. На осадку плотины прибавляется 15% выведенной расчетомъ высоты. Если основаніе плотины не надежно и можно предвидѣть фильтрацію, то дѣлать на требуемую глубину шпунтовые одинъ или два ряда, что допускается, впрочемъ, только въ виду крайней необходимости и невозможности устройства плотины въ другомъ мѣстѣ.

Желательно, чтобы сливной откосъ былъ засѣянъ сѣменами какой либо травы, а берега водоема были обсажены скоро растущими кустарниками и деревьями.

2. Водосливъ плотины. Если количество воды, собирающейся съ водосбора весной при таяніи снѣга и которое подойдетъ къ плотинѣ, по расчету будетъ больше, нежели проектный объемъ водохранилища, необходимо устроить водосливную канаву для спуска избытка воды.

Живое сѣченіе воды въ водосливѣ опредѣляется по расходу въ томъ предположеніи, что черезъ водосливъ пройдетъ половина всей воды, собирающейся за зиму въ видѣ снѣга на водосборномъ бассейнѣ и что она пройдетъ въ теченіи полутора сутокъ.

Этотъ расходъ можно провѣрить по уклону лога или оврага  $i$  и по площади живого сѣченія воды  $F$ , опредѣленной по слѣдамъ теченія на берегахъ оврага или лога, откуда средняя скорость  $v$  опредѣлится по формулѣ Куттера, а расходъ  $Q = Fv$ .

Для опредѣленія расхода Ю. В. Ланге предлагаетъ свою формулу, выведенную на основаніи работъ Новоузенскаго земства Самарск. губ. и экспедиціи по орошенію на Югѣ Россіи Общ. Рязанско-Уральской жел. дор.

$$Q_{\max} = k(\sqrt{\Omega} + 0,02 \Omega),$$

гдѣ  $Q_{\max}$  есть возможный максимальный расходъ весеннихъ водъ въ куб. саж. въ секунду;  $\Omega$  — площадь бассейна въ квадр. верстахъ;  $k$  — коэффициентъ, равный 0,75 — 1,25 и зависящій отъ уклона бассейна, его формы и свойствъ поверхности“ (см. „Инструкція для производства гидротехническихъ изысканій“ 1908 г. стр. 8).

Определение размѣровъ должно быть сдѣлано въ зависимости отъ свойствъ грунта дна или отъ характера крѣпленія.

Вычисленіе размѣровъ можно сдѣлать по формуламъ и таблицамъ, указаннымъ въ соч. инж. Флинна „Движеніе воды“.

Высота береговъ водослива надъ наивысшимъ уровнемъ воды въ немъ, во время весенняго прохода водъ должна быть 0,10—0,20 саж. Сѣченіе водослива должно быть рассчитано на толщину слоя воды не болѣе 0,40 саж., уклонъ не болѣе 0,0005 с.; особое вниманіе должно быть обращено на сливную часть водослива, чтобы ниже его не происходили размывы для чего надо сообразоваться, какъ со скоростью при максимальномъ расходѣ воды, такъ и съ качествомъ почвы. Порогъ сооруженія долженъ быть постоянный, типъ его простой. Желательно, чтобы матеріаломъ для сооруженія былъ камень, но если это невозможно, то смотря по мѣстнымъ условіямъ. Самый желательный типъ — это водосливъ, выпускающій воду на ровную, ниже расположенную мѣстность. Водосливъ рекомендуется снабжать переходнымъ мостикомъ съ перилами.

## 2. Плотины съ водоспускомъ.

Если весеннія воды водосборнаго бассейна развиваютъ большую скорость, а ложе и берега главнаго русла и его отвѣтвленій состоятъ изъ легко размываемыхъ породъ, значительное количество которыхъ можетъ быть снесено въ водохранилище, что вызоветъ его быстрое обмелѣніе, а слѣдовательно дорогую и часто недоступную для населенія очистку пруда, то возможно сдѣлать въ тѣлѣ плотины водоспускъ. Онъ долженъ быть рассчитанъ такъ, чтобы съ его помощью можно было пропустить если не всю воду, то по крайней мѣрѣ, такое ея количество которое предотвращало бы водохранилище отъ заиливанія.

Водоспускъ въ тѣлѣ плотины необходимъ также и въ тѣхъ случаяхъ, когда полная смѣна воды въ водохранилищѣ по временамъ является неизбѣжной. Такъ напримѣръ, если можно предвидѣть, что водохранилище не будетъ имѣть достаточныхъ размѣровъ зеркала для необходимаго провѣтриванія, или же, если родники водосборнаго бассейна настолько минерализованы, что могутъ къ концу зимы дѣлать воду негодной для питья.

Материалами для водоспуска могут служить: камень, бетонъ и желѣзо. Замяна ихъ деревомъ можетъ быть допущена только въ томъ случаѣ, если по своей стоимости они окажутся недо-ступными.

Чтобы безопасность сооруженія не стояла бы въ зависимости отъ невнимательнаго, или неумѣлаго отношенія мѣстнаго населенія, желательно автоматическое устройство затворовъ водоспуска или снабженіе плотины регулирующимъ отверстіемъ, поддерживающимъ установленный уровень воды. Равнымъ образомъ, слѣдуетъ имѣть въ виду возможность фильтраціи и потерю воды черезъ затворъ, благодаря чему населеніе можетъ остаться безъ воды. Поэтому ре-комендуется устройство двойныхъ затворовъ водоспуска.

### *3. Плотины каменные и другихъ типовъ.*

Плотины каменные съ водоспускомъ и водосливныя, ряжевыя, и т. д. могутъ быть проектированы въ томъ случаѣ, если устройство земляной плотины является невозможнымъ: а) по отсутствію грунта пригоднаго для постройки, б) если стоимость земляной плотины превышаетъ стоимость какого либо другого типа; в) если подъ основаніе плотины приходится дѣлать выемку въ толстомъ слоѣ песчаныхъ наносовъ.

*Примѣчаніе.* Въ виду того, что постройка плотинъ нерѣдко производится на основаніи слѣдственныхъ изысканій, слѣдуетъ обратить вниманіе на возможно внимательное собраніе дан-ныхъ для расчетовъ и при проектированіи сооруженія брать размѣры съ запасомъ.

При проектированіи плотинъ должна быть составлена поясни-тельная записка, по возможности подробно излагающая расчеты и заключающая ссылки на авторовъ. Смѣта должна быть снабжена справочными цѣнами того района, гдѣ производится постройка, а также тѣхъ складовъ и заводовъ, гдѣ будутъ покупаться матеріалы или заказываться части необходимыя для сооруженія.

Къ пояснительной запискѣ долженъ быть приложенъ приго-воръ того общества крестьянъ, для котораго проектируется соору-женіе. Въ приговорѣ должны быть подробно изложены принятыя на себя обществомъ обязательства по уходу и досмотру за сооруженіемъ,

въ обычныхъ условіяхъ его дѣйствія и при пропускѣ весеннихъ водъ. Это необходимо для освѣдомленности администраціи о состояніи сооруженія.

Къ проекту должны быть приложены:

а) общій планъ водосборнаго бассейна въ масштабѣ не менѣе 5-ти верстъ въ дюймѣ съ показаніемъ на немъ направлений снятыхъ профилей, реперовъ, мѣстъ скважинъ и пр. и съ указаніемъ:  
1) при полномъ и наимизшемъ подпорѣ площадь воды въ прудѣ, въ десятинахъ; 2) вмѣстимость пруда въ куб. саж.;

б) планъ участка въ масштабѣ не менѣе одной версты въ дюймѣ; съ нанесеніемъ произведенныхъ изысканій;

в) планъ сооруженія въ масштабѣ 10 саж. въ 0,01 саж.;

г) профили изысканія въ масштабѣ, горизонтальныя разстоянія 100 саж., а вертикальныя 1 саж. въ 0,01 саж.;

д) профили сооруженій въ масштабѣ: горизонтальныя не болѣе 10 саж. а вертикальныя 1 саж. въ 0,01 саж.;

е) чертежи и детали сооруженій.

ж) пояснительная записка;

з) смѣта, составленная на основаніи урочнаго положенія и вѣдомости справочныхъ цѣнъ;

и) полевые журналы, книжки и чертежи, на основаніи коихъ составленъ проектъ.

