

Владимир Григорьевич Шухов

**Проект московского
водоснабжения, составленный
инженерами В.Г. Шуховым, Е.К.
Кнорре и К.Э. Лембке**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 82-3
ББК 84-4
Ш98

Ш98 **Шухов В.**
Проект московского водоснабжения, составленный инженерами В.Г. Шуховым, Е.К. Кнорре и К.Э. Лембке / Владимир Григорьевич Шухов – М.: Книга по Требованию, 2023. – 117 с.

ISBN 978-5-521-38784-7

ISBN 978-5-521-38784-7

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2023
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2023

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг — не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель — вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания — решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

Логическимъ слѣдствіемъ рѣшенія вопроса о движеніи подпочвенныхъ водъ и явился общій планъ сооруженія водосборовъ въ такой послѣдовательности, что на первую очередь поставлено въ проектѣ устройство ближайшихъ къ городу водосборовъ, какъ болѣе обильныхъ водою и болѣе экономичныхъ вообще по доставкѣ воды въ городъ.

Теоретическіе выводы, касающіеся проектированія сѣти городскихъ трубъ и водоводовъ, подводящихъ воду къ городу, представляютъ новую постановку вопроса. Примѣняя данныя въ проектѣ сѣти формулы, можно всякій разъ, по мѣстнымъ условіямъ, придать такіе размѣры трубамъ, при которыхъ сѣть является сооруженіемъ наиболѣе экономичнымъ.



ПРОЕКТЪ

водоснабженія города Москвы.

I.

Пояснительная записка къ проекту водосборныхъ сооружений.

Подпочвенныя воды Юзскаго бассейна, какъ показали изысканіи, заполняютъ толщу водоносныхъ слоевъ, среднею глубиною около 14 сажень, а по площади около 370 квадратныхъ верстъ. Эта площадь, какъ по величинѣ, такъ и по очертанію своихъ границъ, совпадаетъ съ поверхностнымъ водораздѣломъ Юзскаго бассейна.

Такихъ размѣровъ водоносная толща залегаетъ на непроницаемомъ слоѣ юрскихъ глинъ и уводитъ получаемыя ею изъ атмосферныхъ осадковъ воды непосредственно въ рѣки, (въ данномъ случаѣ въ Юзу и ея притоки), которыя служатъ, такъ сказать, естественными водосборами. Главнымъ изъ этихъ водосборовъ является рѣка Юза; она прорѣзаетъ почти полукольцомъ рассматриваемую площадь, а направленіе ея русла обуславливаетъ положеніе грунтовыхъ водъ въ данномъ бассейнѣ.

На границахъ этого бассейна уровень подпочвенныхъ водъ въ водоносныхъ пластахъ возвышается всего болѣе, представляя какъ-бы гребень. Этотъ гребень и составляетъ линію водораздѣла подпочвенныхъ водъ, очерчивающую бассейнъ Юзы изъ общаго водоноснаго слоя, питающаго системы рѣкъ Московской губерніи, въ томъ числѣ смежныя съ Юзою бассейны Клязьмы и Москвы рѣки. Сѣверное и восточное направленія водораздѣла подпочвенныхъ водъ совершенно совпадаютъ съ линіей поверхностнаго водораздѣла Юзскаго бассейна, а именно: на сѣверѣ линія водораздѣла идетъ параллельно рѣкѣ Клязьмѣ; на востокѣ — параллельно притоку Клязьмы и притокамъ рѣчки Нехорки.

Для обрисовки съ такою же точностью линіи водораздѣла съ южной

и западной стороны, изысканія не доставили данных; но, судя по направлению горизонталей, нѣтъ никакихъ основаній предполагать, чтобы эта линія уклонилась отъ линіи поверхностнаго водораздѣла Юзскаго бассейна.

Возвышающійся гребнемъ по окраинамъ водораздѣла уровень подпочвенныхъ водъ представляетъ какъ-бы истокъ ихъ, отъ котораго онѣ направляются къ естественнымъ водосборамъ, т. е. къ рѣкамъ.

Такъ какъ давленіе подпочвенныхъ водъ по всей остальной площади разсматриваемаго бассейна меньше, чѣмъ на его окраинахъ, то поэтому всѣ грунтовые воды должны двигаться отъ периферіи бассейна къ срединѣ.

Такое движеніе грунтовыхъ водъ подтверждается, составленною на основаніи изысканій, картою горизонталей давленія, или линій равныхъ пьезометрическихъ высотъ, а слѣдовательно и движенія подпочвенныхъ водъ Юзскаго бассейна.

Эта карта показываетъ, что поверхность уровней давленія водъ падаетъ разными уклонами отъ линіи водораздѣла по направлению къ рѣкѣ Юзѣ, и на всемъ пространствѣ общій уклонъ давленій складается по двумъ направленіямъ, изъ коихъ одно параллельно теченію рѣки, а другое слѣдуетъ за паденіемъ самой рѣки.*)

Горизонталѣ давленія служатъ вмѣстѣ съ тѣмъ и указателями направленій, по которымъ движется вода, такъ какъ основное свойство движенія жидкости заключается въ томъ, что она перемѣщается всегда нормально къ линіямъ равныхъ пьезометрическихъ высотъ. Другими словами, если взять двѣ горизонталѣ давленія подпочвенныхъ водъ, то движеніе водъ между ними будетъ совершаться по линіямъ, пересѣкающимъ взятыя горизонталѣ подъ прямымъ угломъ.

Такъ какъ данное изысканіями расположеніе горизонталей указываетъ во всемъ бассейнѣ на движеніе подпочвенныхъ водъ къ рѣкѣ Юзѣ и ея притокамъ, то, слѣдовательно, подпочвенныя воды этого бассейна главнымъ образомъ собираются Юзою и ея притоками, и не находятъ себѣ никакого иного выхода въ предѣлахъ изслѣдованной площади.

Поэтому мѣриломъ количества грунтовыхъ водъ, расходуемыхъ бассейномъ Юзы, должно служить количество протекающей въ рѣкѣ Юзѣ воды. Къ этому количеству, само собою разумѣется, слѣдуетъ

*) На приложенной ниже картѣ нанесены горизонталѣ давленія подпочвенныхъ водъ въ предѣлахъ изысканій, которыя охватывали бассейнъ Юзы до впаденія въ нее рѣчки Хашиловки.

прибавить воды, отводимыя отъ верховьевъ Лузы нынѣ существующими водосборами для снабженія Москвы.

Вышеприведенное положеніе могло бы не оправдаться только въ томъ случаѣ, если бы по направленію теченія Лузы существовали такіе промыслы юрскихъ непроницаемыхъ слоевъ, которые могли бы пропускать большое количество воды, и въ этомъ случаѣ, горизонталіи давленія грунтовыхъ водъ не могли бы показать, истекаетъ ли вода въ рѣку, или уходитъ въ грунты, лежащіе подъ юрою, еслибы только промыслы юры совпадали съ ложемъ рѣки.

Хотя мѣстами промыслы юры и обнаружены, но они, какъ показываютъ уровень воды въ буровыхъ скважинахъ, не могутъ унести надъ юрскихъ грунтовыхъ водъ, ибо въ этихъ мѣстахъ не обнаруживается особенно пониженнаго давленія воды, въ сравненіе съ тѣмъ, какое замѣчается въ окружающей ихъ мѣстности.

Путемъ такихъ же разсужденій можно доказать, что и подпочвенныя воды другихъ бассейновъ, сосѣднихъ съ Лузскимъ, не могутъ попадать въ водоносную толщу послѣдняго и протекать по ней къ инымъ мѣстамъ выхода.

Такъ, напримѣръ, разсматривая сѣверную часть бассейна Лузы, видно, что подпочвенныя воды бассейна Клязьмы обнаруживаютъ склонъ къ этой рѣкѣ и, слѣдовательно, представляютъ тутъ меньшее давленіе, чѣмъ по линіи водораздѣла обонхъ бассейновъ. А потому, чтобы подпочвенная вода Клязьмы могла попасть въ бассейнъ Лузы, необходимо допустить перемѣщеніе жидкости по направленію отъ меньшаго давленія къ большему, что очевидно невозможно.

Такое соображеніе, основанное на фактическихъ данныхъ, несомнѣнно доказываетъ, что въ толщѣ разсматриваемаго водоноснаго слоя не можетъ быть никакого потока, направляющаго воду транзитомъ изъ одного рѣчнаго бассейна въ другой.

Изъ сказаннаго слѣдуетъ, что питаніе разсматриваемой водоносной толщи не можетъ происходить изъ мѣстъ, лежащихъ за вышеначерчанными ея окраинами. Это питаніе возможно либо снизу, либо сверху, т. е. атмосферными осадками. Въ первомъ случаѣ необходимо допустить отсутствіе непроницаемыхъ юрскихъ слоевъ въ мѣстахъ наибольшаго давленія водъ или же предположить, что всѣ юрскія глины способны пропускать воду въ количествѣ, необходимомъ для питанія бассейна.

Первое предположеніе не можетъ имѣть мѣста, такъ какъ юрская глина, которая считается грунтомъ водонепропускаемымъ, находится по всей площади; а слѣдовательно остается принять послѣднее.

Такимъ образомъ карта горизонталей давленія подпочвенныхъ

водъ показываетъ, что водоносная толща Юзскаго бассейна питается атмосферными осадками и отдаетъ свою воду всецѣло рѣкѣ Юзѣ и ея притокамъ.

Чтоже касается до возможныхъ, не по открытымъ изысканіямъ, случаевъ проникновенія грунтовыхъ водъ изъ надъюрскихъ слоевъ въ известняки или обратно, то, на основаніи карты грунтовыхъ водъ, какъ это было указано выше, такіе случаи могутъ касаться только ничтожной части воды отъ всего количества водъ даннаго бассейна, а потому и не должны оказывать никакого вліянія на общій ходъ разсужденій относительно движенія подпочвенныхъ водъ.

Такимъ образомъ надо считать доказаннымъ, что для цѣли водоснабженія мѣриломъ постоянного расхода подпочвенныхъ водъ разсматриваемаго бассейна можетъ служить только количество ихъ, уносимое рѣкою Юзою и ея притоками.

Принимаемое въ основаніе вышензложенныхъ разсужденій давленіе грунтовыхъ водъ получило изъ показаній буровыхъ скважинъ, заложённыхъ въ нижнихъ водоносныхъ слояхъ общей толщи, а слѣдовательно карта горизонталей изображаетъ лишь съ полной точностью движеніе нижнихъ грунтовыхъ водъ.

Но такъ какъ уровень грунтовыхъ водъ приходится выше дна скважинъ, дающихъ эти показанія, то является существенный вопросъ: соответствуетъ ли уровень давленія уровню стоянія водъ, а также — не могутъ ли имѣть грунтовые воды верхнихъ слоевъ иное движеніе, чѣмъ нижшія?

Строго говоря, верхнія и нижнія подпочвенныя воды представляютъ собою одно цѣлое, подраздѣленіе же ихъ дѣлается лишь искусственно, по той причинѣ, что верхніе и нижніе водоносные пласты на большей части всей площади раздѣляются слоевъ, плохо пропускающимъ воду.

Но такъ какъ во многихъ мѣстахъ верхнія и нижнія воды сливаются между собою, проходя по одному общему водоносному слою, то какъ тѣ, такъ и другія будутъ находиться подъ одинаковымъ давленіемъ.

Что касается до стоянія водъ во всей толщѣ, то уровень ея также совпадаетъ съ уровнемъ давленія, за немногими исключеніями.

Исключенія эти бываютъ двоякія: одни, гдѣ уровень давленія выше уровня стоянія водъ; другія, гдѣ онъ ниже.

Первыя наблюдаются въ скважинахъ, расположенныхъ по берегамъ рѣкъ, а также и въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ уклонъ мѣстности пересѣкаетъ уклонъ грунтовыхъ водъ.

Въ этомъ случаѣ падающіе атмосферные осадки не могутъ проникать въ грунты, а обратно — подпочвенныя воды слабо проникаютъ

черезъ подзолистыя почвы вверху и выступаютъ наружу, причемъ или стекаютъ къ рѣкамъ въ видѣ ключей и ручьевъ, или же, если такого стока нѣтъ, образуютъ болота.

Другой случай, гдѣ уровень стоянія воды выше уровня давленія, показываетъ, что верхнія воды, не достигнувъ общаго уровня подпочвенныхъ водъ, скопились надъ плохо пропоницаемымъ слоемъ, вдоль котораго онѣ перемищаются до сліянія съ общимъ уровнемъ грунтовыхъ водъ.

Такимъ образомъ всѣ выводы, основанные на показаніи давленій нижнихъ водъ, относятся къ общему, связному потоку всѣхъ грунтовыхъ водъ Юзскаго бассейна.

Разрѣзы буровыхъ скважинъ показываютъ, что водоносная толща представляетъ большое разнообразіе напластованій грунтовъ разной водопроницаемости.

При одномъ и томъ же пониженіи давленія водъ на единицу разстоянія, или, что все равно, при одной и той же потерѣ напора, количество воды, проходящее черезъ евадратную единицу вертикальнаго сѣченія грунта, будетъ тѣмъ больше, чѣмъ лучше его пропускаемость; а потому въ общей массѣ водоносныхъ слоевъ главное количество воды движется къ мѣстамъ ея выхода по слоямъ лучшей пропускаемости, которые и принимаютъ воду изъ окружающихъ слоевъ.

И такъ, общій процессъ движенія подпочвенныхъ водъ будетъ заключаться въ слѣдующемъ:

Попадающіе въ почву атмосферные осадки пропикаютъ до уровня подпочвенныхъ водъ и участвуютъ въ ихъ перемѣщеніи.

Вся же масса грунтовыхъ водъ движется по направленію къ рѣкамъ, смотря по строенію грунта, или общимъ потокомъ, нормально къ горизонталямъ давленія, если строеніе грунтовъ по всей толщѣ одинаково, или же, при разнородномъ строеніи грунта, вода направляется по кратчайшимъ разстояніямъ къ слоямъ лучшей пропускаемости, которые и несутъ ее къ рѣкамъ.

Такъ какъ на большей части площади Юзскаго бассейна лучшіе грунты залегаютъ глубоко, т. е. ближе къ водонепроницаемымъ юрскимъ глинамъ, то слѣдовательно наиболѣе глубокіе грунты и являются главными проводниками водъ изъ толщѣ къ рѣкамъ.

Если давленіе нижнихъ водъ падаетъ, вслѣдствіе превышенія расхода ихъ надъ притокомъ сверху, то въ этомъ случаѣ верхнія воды просачиваются въ вертикальномъ направленіи къ нижнимъ водамъ, и такимъ образомъ давленіе нижнихъ и верхнихъ водъ всегда уравнивается. Хотя слой, отдѣляющій верхнія грунтовые воды отъ нижнихъ и также пропитанный водою, представляетъ въ большинствѣ

случаевъ большое препятствіе для пропуска воды; но если принять во вниманіе то малое количество ея, какое должно пройти въ вертикальномъ направленіи на всей площади бассейна для пополненія расхода, то даже трудно проницаемые илывуны и подзолъ оказываются совершенно пригодными для этого движенія.

Такъ какъ количество падающихъ на почву атмосферныхъ осадковъ пропорціонально площади, то, слѣдовательно, количество грунтовыхъ водъ, проходящихъ черезъ вертикальное сѣченіе водоноснаго пласта, будетъ увеличиваться по мѣрѣ приближенія къ выходу воды.

На водораздѣлахъ или окраинахъ бассейна движеніе водъ черезъ все сѣченіе очень медленно; скорость движенія увеличивается по мѣрѣ приближенія къ рѣкѣ и достигаетъ своего максимума въ мѣстахъ излива въ рѣку.

При отсутствіи атмосферныхъ осадковъ, проникающихъ въ почву, напримѣръ въ зимнее время, общій уровень грунтовыхъ водъ понижается, и питаніе рѣкъ происходитъ изъ запаса, пополняемаго въ другія времена года.

Такое пониженіе происходитъ почти равномерно по всей площади водоносной толщи, а слѣдовательно и въ этомъ случаѣ количество водъ, проходящихъ черезъ вертикальное сѣченіе пластовъ, будетъ увеличиваться по мѣрѣ приближенія къ изливамъ въ рѣку, или—другими словами—оно будетъ пропорціонально площади потока, лежащей между разсматриваемымъ сѣченіемъ и гребнемъ водораздѣла.

Для опредѣленія количества воды, проникающей въ толщу слоевъ Яузскаго бассейна изъ атмосферныхъ осадковъ, слѣдовало бы прежде всего знать, какое количество метеорныхъ водъ выпадаетъ въ разсматриваемой мѣстности среднимъ числомъ въ годъ и какая часть этихъ водъ отводится рѣками.

Среднее годовое количество атмосферныхъ осадковъ, выпавшихъ въ видѣ дождя и снѣга за 10 лѣтъ, съ 1878 по 1887 гг., по наблюденіямъ метеорологической обсерваторіи при Константиновскомъ Межевомъ Институтѣ, равняется слою воды въ 529,75 миллиметровъ или 20,85 дюймовъ = 0,248 саж., что соотвѣтствуетъ: $\frac{0,248 \cdot 250000}{365} = 169,8$ куб. саж., или $169,8 \times 790 = 134.000$ ведрамъ въ сутки на квадратную версту.

Такъ какъ для разсматриваемой мѣстности не имѣется данныхъ относительно количества попадающихъ въ грунтъ атмосферныхъ осадковъ изъ всего годового ихъ количества, то за количество водъ, проникающихъ въ толщу, слѣдуетъ принять то, какое дается наименьшимъ расходомъ рѣкъ.

Изысканія показали, что въ концѣ зимы наименьшій расходъ подпочвенныхъ водъ рѣкою Яузой составлялъ около 23.500 ведеръ на одну квадратную версту площади ея бассейна, т. е. около 17 процентовъ средняго количества падающихъ осадковъ.

Направленія, по которымъ движутся грунтовые воды, опредѣляются, какъ было указано выше, горизонталями ихъ давленія. Количество же грунтовыхъ водъ, проходящихъ по данному направленію, должно быть опредѣлено путемъ измѣренія притока ихъ къ рѣкамъ на извѣстномъ протяженіи русла.

Изысканія доставили данныя о расходѣ воды въ Яузѣ и ея притокахъ, до впаденія въ нее рѣчки Ханиловки.

Бассейнъ Яузы до Ханиловки занимаетъ площадь въ 293 квадратныхъ версты.

Во время наименьшаго расхода, а именно въ теченіе февраля и въ началѣ марта 1888 года, количество водъ, протекающихъ въ рѣкѣ Яузѣ до впаденія въ нее Ханиловки, составляло 6.447.000 ведеръ въ сутки.

Съ прибавленіемъ къ этой цифрѣ 450.000 ведеръ суточнаго расхода грунтовыхъ водъ, идущихъ на снабженіе существующаго водопровода, получится полное количество расходуемыхъ грунтовыхъ водъ въ 6.897.000 ведеръ въ сутки, что составляетъ на одну квадратную версту бассейна Яузы около 23.500 ведеръ въ сутки.

Въ приложенной ниже таблицѣ расхода воды рѣкою и ея притоками, Яуза раздѣлена на 4 участка, по числу рѣзкихъ поворотовъ ея русла, и для каждаго участка показано количество грунтовыхъ водъ, притекающихъ на погонную версту рѣки, считая по прямому направленію между крайними точками каждаго участка.

Эти участки слѣдуютъ въ такомъ порядкѣ: 1.—отъ верховья Яузы до впаденія въ нее Работни, 2.—отъ Работни до Ички, 3.—отъ Ички до Лихоборки и 4.—отъ Лихоборки до Ханиловки.

Въ той же таблицѣ показанъ расходъ воды на погонную версту и для каждаго изъ притоковъ Яузы.

Изъ приведенныхъ въ таблицѣ цифръ расхода воды на единицу длины рѣкъ видно, что среднее количество получаемыхъ самою Яузою грунтовыхъ водъ на одну погонную версту рѣки превышаетъ въ нѣсколько разъ количество водъ, получаемыхъ ея притоками на ту же единицу длины.

Исключеніе составляетъ только рѣчка Ханиловка, которая обра

зуетъ какъ бы самостоятельный бассейнъ и принимаетъ на погонную версту прямого теченія тоже количество воды, какъ и рѣка Юза.

Такое отношеніе количества водъ, приходящихся на погонную версту Юзы и ея притоковъ, ясно указываетъ на то, что послѣдніе питаются только частью движущихся около нихъ подпочвенныхъ водъ бассейна, главная же масса этихъ водъ направляется потокомъ къ рѣкѣ Юзѣ.

Этимъ объясняется, почему на картѣ горизонталей давленія водъ притоки Работня, Стебелька, Чермянка и другіе не обнаруживаютъ сколько нибудь значительнаго уклоненія въ направленіи горизонталей давленія которыя, несмотря на существованіе притоковъ, остаются почти параллельными руслу Юзы. Замѣтное уклоненіе отъ этого направленія горизонталей производитъ только рѣчка Ичка, которая получаетъ на погонную версту вдвое большее количество грунтовыхъ водъ противъ средней цифры поступленія ихъ на ту же единицу длины въ каждый изъ остальныхъ притоковъ.

Изъ той же таблицы видно, что количество протекающей воды, на погонную единицу длины Юзы, возрастаетъ отъ ея верховьевъ къ устью и достигаетъ максимума на участкѣ отъ Лихоборки до Ханиловки. Но если къ участку верховьевъ Юзы прибавить то количество воды, которое отнимается отъ него существующимъ водопроводомъ, то окажется, что самое слабое питаніе Юзы подпочвенными водами приходится на участокъ отъ Работни до Ички. Оказывается однако, что въ этомъ участкѣ движущіяся грунтовые воды на пути своемъ по направленію къ Юзѣ перехватываются притокомъ ея Ичкою.

Движеніе грунтовыхъ водъ должно происходить въ каждомъ участкѣ нормально къ горизонталямъ давленія; слѣдовательно, если отъ крайнихъ точекъ любого участка русла Юзы провести нормали къ горизонталямъ давленія, то получится часть бассейна, ограниченная нормалью между гребнемъ водораздѣла и русломъ Юзы и питающая соотвѣтствующій участокъ рѣки.

Такъ какъ Юза принимаетъ всѣ грунтовые воды бассейна, кромѣ той части ихъ, которая уносится ея притоками, то для полученія количества ведеръ воды, подаваемого водоносною толщею на квадратную версту поверхности бассейна рѣки Юзы, необходимо вычесть изъ полного количества воды, приходящагося на каждый участокъ, то количество, которое отводится притоками даннаго участка.

Эти количества приведены въ таблицѣ, изъ которой видно, что цифры, относящіяся къ отдѣльнымъ участкамъ, не представляютъ сколько нибудь значительнаго уклоненія отъ вышеприведенной средней цифры