

МАТЕРІАЛЫ ДЛЯ КУРСА ВОДОСНАБЖЕНІЯ.

Выпускъ II.

стр.

1. Нѣкоторыя особенности водоснабженія желѣзнодорожныхъ станцій. Количество и качество воды.	1
2. Очистка воды	7
3. Приѣмники воды и водопроводы	16
4. Водоподъемныя приспособленія	25
5. Водоемныя устройства	43
6. Гидравлическія краны и другія приспособленія для на- бора воды	51
<i>Приложеніе.</i> Нѣкоторыя свѣдѣнія о литературѣ по водо- снабженію желѣзнодорожныхъ станцій	60

Съ 3 листами чертежей.



~~~~~  
Печатано по распоряженію Института Инженеровъ путей сообщенія  
ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА I.  
~~~~~


МАТЕРІАЛЫ ДЛЯ КУРСА ВОДОСНАБЖЕНІЯ.

Водоснабженіе желѣзнодорожныхъ станцій *),

ГЛАВА I.

Нѣкоторыя особенности водоснабженія желѣзнодорожныхъ станцій. Количество и качество воды.

СОДЕРЖАНІЕ: § 1. Общія понятія. — § 2. Разстояніе между станціями съ водоснабженіемъ. — § 3. Количество воды, потребное для станцій.

§ 1. Общія понятія. Если въ какомъ-либо мѣстѣ требуется устроить водоснабженіе, то прежде всего надо изслѣдовать, имѣется-ли въ этомъ мѣстѣ вода въ требуемомъ количествѣ и притомъ безъ дурныхъ свойствъ, могущихъ затруднить образованіе пара въ паровозномъ котлѣ или повести къ сильному образованію котельной накипи.

Вода, какъ было указано въ выпускѣ I Матеріаловъ для курса водоснабженія, гл. I, можетъ вообще быть взята:

- 1) изъ резервуаровъ, собирающихъ атмосферныя осадки;
- 2) изъ рѣкъ и озеръ;
- 3) изъ колодцевъ.

Если можно сдѣлать выборъ между водами различныхъ происхожденій, то обыкновенно слѣдуетъ предпочесть рѣчную воду для питанія паровозовъ, по причинѣ большей ея чистоты.

Часто даже издержки, употребленныя на проведеніе рѣчной воды съ большаго разстоянія, взамѣнъ воды близлежащаго колодца, вполне окупаются экономіей въ содержаніи и ремонтѣ паровозныхъ котловъ.

*) По сочиненіямъ Heisinger von Waldegg'a—Handbuch für Specielle Eisenbahn-Technik; Georg'a Meyer'a, Grundzüge des Eisenbahn-Maschinenbaues-Mechanische Anlagen der Wasserstationen и нѣкот. друг.

Прежде всего необходимо изслѣдовать воду относительно ея чистоты. Если вода нечиста, то при возвышеніи температуры заключающіяся въ водѣ соли, осаждаются и образуютъ на стѣнкахъ котла и трубокъ твердую кору, часто съ трудомъ удаляемую,—такъ называемую котельную накипь; эта послѣдняя представляетъ дурной проводникъ тепла, препятствуетъ водѣ приходить въ соприкосновеніе со стѣнками котла и потому косвенно дѣйствуетъ на нихъ разрушающимъ образомъ. Это проявляется преимущественно на стѣнкахъ огневой коробки, у которыхъ температура выше благодаря близости пламени, что и благоприятствуетъ отложенію накипи. Какъ-бы тщательно ни производилась очистка котла, все-же употребленіе нечистой воды ведетъ неизбежно къ уменьшенію срока службы огневой коробки и дымогарныхъ трубокъ, что вызываетъ, конечно, добавочные эксплуатаціонные расходы. Если вода, которою можно располагать въ данномъ мѣстѣ, такъ нечиста, что не можетъ быть примѣнена къ питанію паровозовъ въ своемъ естественномъ состояніи и если въ то же время станцію нельзя перенести на другое мѣсто, то остается прибѣгнуть къ очисткѣ воды въ цистернахъ.

Далѣе, необходимо точно опредѣлить наименьшее количество воды, даваемое источниками, и при этомъ обратить вниманіе на то, что колодцы (источники) имѣютъ дурное свойство давать переменное количество воды, а это для правильности желѣзнодорожнаго движенія весьма серьезное обстоятельство.

Послѣ того, какъ выборъ источника, изъ котораго должна быть взята вода, сдѣланъ, надо устроить приспособленія для проведенія этой воды къ тендеру паровоза. Для этого можетъ служить:

- 1) давленіе воды;
- 2) давленіе пара (приборъ Fryer'a, пульзометры и проч.);
- 3) сила тяги локомотива (приспособленіе Ramsbottom'a для набора воды въ пути);
- 4) живая сила пара (инжекторъ Giffard'a).

Въ первомъ изъ этихъ устройствъ необходимо сперва провести воду въ резервуары, лежащіе на извѣстной высотѣ. Это можетъ быть сдѣлано или самотекомъ, если имѣются невдалекѣ высоко расположенные источники, или-же механическимъ путемъ помощью насосовъ, поднимающихъ воду на требуемую высоту. Эти насосы могутъ приводиться въ дѣйствіе силою людей, вѣтра, пара или воды.

Ручные насосы примѣняются тамъ, гдѣ требуемыя количества воды настолько незначительны, что устраивать паровой насосъ было-бы невыгодно; при болѣе же значительномъ потребленіи воды они устраиваются тамъ, гдѣ рабочіе, необходимыя при отправленіи поѣздовъ, могутъ быть съ выгодною заняты качаніемъ воды въ промежутокъ между поѣздами.

Если станція устраивается въ мѣстности, гдѣ часто дуютъ вѣтры, то для приведенія въ дѣйствіе насосовъ можно воспользоваться вѣтрянымъ двигателемъ.

Если есть возможность располагать дешевой водяной силой, то цѣлесообразно примѣнить для подъема воды водяныя колеса или турбины. При значительныхъ количествахъ воды слѣдуетъ примѣнять особые небольшіе паровые насосы. Если количество воды не настолько значительно, чтобы было выгодно примѣнить паровой насосъ, то можно поставить паровой насосъ безъ поршня, или такъ называемый пульзометръ. На большихъ станціяхъ, гдѣ существуютъ ремонтныя мастерскія, можно обыкновенно пользоваться для подъема воды въ баки силою паровой машины, приводящей одновременно въ дѣйствіе и станки.

Наконецъ, можно пользоваться водопроводами сосѣднихъ городовъ, въ особенности тогда, когда источники, расположенные близъ станціи, не могутъ дать достаточныхъ количествъ воды.

При проектированіи баковъ, въ которые вода доставляется насосами, прежде всего необходимо выяснитъ число этихъ баковъ и величину ихъ для опредѣленнаго дневнаго расхода воды.

Баки должны быть расположены настолько высоко, чтобы получающійся при этомъ напоръ былъ въ состояніи:

- 1) преодолѣть сопротивленія движенію воды въ трубахъ и
- 2) дать скорость истеченія, достаточную для быстрого наполненія тендера.

На значительныхъ станціяхъ высота расположенія баковъ должна быть кромѣ того сообразована и съ возможностью промывки паровозныхъ котловъ.

Зимою воду въ бакахъ нужно предохранять отъ замерзанія, гдѣ этого требуетъ климатъ; сдѣлать это можно различнымъ образомъ, или просто помощью соотвѣтственной обдѣлки баковъ или помощью

такъ называемыхъ подогревателей. Сообщение между баками и водо-разборными кранами дѣлается помощью трубъ, которыя почти всегда бываютъ чугунныя, и часто имѣютъ значительную длину. При расположеніи трубопровода, стараются дѣлать его по возможности короче, причемъ отдѣльныя точки соединяють, гдѣ можно, прямыми линіями.

Краны для наполненія тендеровъ водою раздѣляются на стѣнные и свободно стоящіе (путевые); особый видъ послѣднихъ представляютъ краны съ резервуаромъ. Первые укрѣпляются непосредственно на стѣнѣ водоемнаго зданія, такъ что трубопроводъ между бакомъ и краномъ весьма коротокъ. Свободно стоящіе краны располагаются часто на очень большомъ разстояніи отъ баковъ, и поэтому для достаточно быстрого снабженія паровозовъ водою необходимъ или трубопроводъ очень большого діаметра, или очень высокое расположение баковъ.

Чтобы избѣжать этого, былъ придуманъ особый видъ крановъ, такъ называемые краны съ резервуаромъ, которые сперва были примѣнены на французской Сѣверной желѣзной дорогѣ. Эти краны имѣютъ надъ своей выпускной трубой резервуаръ, соединенный трубопроводомъ съ баками водоемнаго зданія; объемъ этого резервуара равенъ объему одного наполненія тендера.

Аппаратъ Fruey'a для набора воды въ тендеръ дѣйствуетъ такимъ образомъ, что паръ самого локомотива входитъ въ особый резервуаръ, расположенный въ колодезѣ и имѣющій только одно вы-водное отверстіе; тамъ онъ, расширяясь, гонитъ воду въ соотвѣтственно расположенный кранъ.

Приспособленіе Ramsbottom'a для набора воды въ пути состоитъ въ томъ, что съ тендера опускается въ особый желобъ, расположенный между рельсами и наполненный водою, конецъ сифонной трубы, по которой вода и нагнетается въ тендеръ со скоростью, зависящею отъ скорости движенія паровоза. Пытался также примѣнить инжекторъ Giffard'a для непосредственнаго питанія тендера водою изъ колодезевъ, но пока не пришелъ къ благопріятнымъ результатамъ.

§ 2. Разстояніе между станціями съ водоснабженіемъ. Здѣсь не мѣсто описывать точный способъ опредѣленія разстоянія между двумя станціями съ водоснабженіемъ. Это прямое достояніе курсовъ желѣз-

ныхъ дорогъ и паровозовъ *). Интересующіеся могутъ найти также цѣнные указанія въ соч. Schmitt'a „Bahnhöfe und Hochbauten für Lokomotiv—Eisenbahnen“, 2-ая часть, стр. 202. Замѣтимъ только, что способъ этотъ основанъ на опредѣленіи количества пара, расходуемаго паровозомъ между двумя станціями. Для мѣстностей равнинныхъ и холмистыхъ разстояніе между станціями съ водоснабженіемъ можетъ быть по Meyer'у приблизительно опредѣлено слѣдующимъ образомъ: Въ среднемъ можно принять, что на дорогахъ, пролегающихъ въ не гористыхъ мѣстностяхъ, расходъ угля на 1 килом. пути опредѣляется въ 16 килогр. для товарныхъ паровозовъ и въ 10 килогр. для пассажирскихъ паровозовъ. Такъ какъ вопросъ идетъ объ опредѣленіи наибольшаго возможнаго разстоянія между двумя станціями съ водоснабженіемъ, то въ основаніе расчета долженъ быть положенъ расходъ угля товарными паровозами, потому что расходъ воды пропорціоналенъ расходу угля.

Если принять затѣмъ, что 1 килогр. угля испаряетъ 8 килогр. воды (включая и воду увлекаемую паромъ), то на 1 килом. пути надо 8×16 килогр. или $\frac{128}{1000} = 0,128$ куб. м. воды. Водяные баки на тендерахъ имѣютъ емкость около 10—11 куб. м. Такъ какъ вода изъ тендернаго бака никогда не должна расходоваться вся, то нормальный расходъ воды изъ бака можно принять въ 8 куб. мет. Отсюда находимъ искомое разстояніе между станціями въ $\frac{0,128}{8}$ килом. или 62,5 килом. При расположеніи станцій необходимо, однако, имѣть въ виду, что въ случаѣ неисправности водоснабженія на какой-либо станціи, запасъ воды въ тендерѣ всегда долженъ хватать до ближайшей слѣдующей станціи съ водоснабженіемъ. Вслѣдствіе этого, разстояніе между двумя станціями съ водоснабженіемъ слѣдуетъ принимать въ 31,3 килом. Въ дѣйствительности это разстояніе бываетъ въ равнинныхъ и холмистыхъ мѣстностяхъ отъ 25 до 30 килом., а въ горныхъ отъ 15 до 20 килом.

§ 3. Количество воды, потребное для станціи. Суточный расходъ воды на станціи зависитъ отъ числа обращающихся поѣздовъ, отъ разстоянія отъ обѣихъ сосѣднихъ станцій съ водоснабженіемъ, отъ величины и силы паровозовъ и отъ объема тендерныхъ баковъ.

*) См.: 1) Дополнительный курсъ жел. дорогъ проф. Я. Н. Гордыенко стр. 209; 2) Р. Кожъ. Машинное дѣло на жел. дорогахъ, вып. II и ми. др.

Для опредѣленія количества воды, потребляемой въ паровозѣ для совершенія извѣстной механической работы, Rambour'омъ и Redtenbacher'омъ даны теоретическія формулы, но по нимъ нельзя точно опредѣлить дѣйствительнаго расхода воды на станціи.

Лучшіе результаты даютъ формулы, выведенныя съ помощью индикаторныхъ діаграммъ, на основаніи результатовъ опытовъ.

Пусть S означаетъ количество потребленной воды въ англ. куб. фут. въ 1 часъ, N —число паровыхъ лошадей паровоза и a —впускъ пара въ цилиндры въ процентахъ хода поршня; тогда

$$\text{по Clark'у} \quad S = \frac{(0,22 a + 14) \cdot N}{62,5}$$

$$\text{по Welkner'у} \quad S = \frac{(0,16 a + 18) \cdot N}{62,3}.$$

Эти формулы не даютъ однако точно дѣйствительнаго расхода воды въ тендерѣ, потому что паръ, идущій изъ котла въ цилиндры, никогда не бываетъ совершенно сухой; далѣе, паръ теряется черезъ предохранительные клапаны, а также существуютъ потери отъ конденсаціи пара въ трубахъ, цилиндрахъ и проч.

Welkner при своихъ опытахъ нашелъ, что всѣ эти потери составляютъ 17%, Rambour оцѣнивалъ ихъ въ свое время въ 24%, Lechatelier нашелъ 18%, Clark при своихъ обширныхъ опытахъ находилъ значенія отъ 3,2 до 32,5%. По Goschler'у дѣйствительный расходъ воды достигаетъ: 1) для скорыхъ паровозовъ: 3.300—4.000 клгр. въ часъ, или 58—66 клгр. на 1 километръ; 2) для товаро-пассажирскихъ паровозовъ: 3.000—3.600 клгр. въ часъ, или 75—90 клгр. на 1 километръ; 3) для товарныхъ паровозовъ: 2.700—3.600 клгр. въ часъ, или 108—144 клгр. на 1 километръ.

Необходимо еще принять во вниманіе, что всякая станція съ водоснабженіемъ должна помогать сосѣднимъ на случай ихъ ремонта, что нѣкоторые паровозы потребляютъ воды значительно больше вышеприведенныхъ количествъ, и что, наконецъ, на большихъ станціяхъ вода употребляется еще и на другія цѣли, какъ, напр., промывка локомотивныхъ котловъ, питаніе котловъ постоянныхъ машинъ и т. д. Требуемое для этихъ послѣднихъ цѣлей количество воды можетъ быть принято въ 4 куб. метра на каждый часъ паровозной службы. Число это много разъ проверено и можетъ быть съ увѣрен-

ностью примѣняемо для главныхъ желѣзнодорожныхъ линій. Въ заключеніе слѣдуетъ замѣтить, что каждая станція должна дать необходимое количество воды на случай перевозки войскъ, и это количество всегда слѣдуетъ имѣть въ виду. Если на дорогѣ движеніе слабое, то водоснабженіе всегда слѣдуетъ устраивать сообразно требованію перевозки войскъ, на дорогахъ же съ дѣятельнымъ движеніемъ это достигается само собой *).

ГЛАВА II.

Очистка воды.

СОДЕРЖАНИЕ: § 4. О содержащихся въ водѣ вредныхъ примѣсяхъ и о средствахъ къ ихъ устраненію. — § 5. Опредѣленіе количества вредныхъ примѣсей, заключающихся въ водѣ. — § 6. Очистка воды на Тюрингенской желѣзной дорогѣ. — § 7. Очистка воды по способу Нæл'а. — § 8. Очистка воды по способу Béganger и Stingl'я. — § 9. Водоочистительное устройство на станціи Лейпцигъ.

§ 4. О содержащихся въ водѣ вредныхъ примѣсяхъ и о средствахъ къ ихъ устраненію. Всякая вода, выходящая изъ земли, содержитъ болѣе или менѣе растворенныхъ солей или землястыхъ примѣсей, соответствующихъ вообще по составу окружающей почвѣ (см. Матеріалы для курса водоснаженія выпускъ I, главу I).

Выпаривая нѣкоторое опредѣленное количество воды, не трудно убѣдиться, что твердый остатокъ достигаетъ $\frac{1}{10.000}$ — $\frac{1}{1.000}$ первоначальнаго вѣса и даже болѣе.

По количеству остатка, содержащагося въ 1 килогр. воды, воду можно раздѣлить по *Мeyer*'у на:

*) При сооруженіи Сибирской жел. дор. потребное количество воды, доставляемое на каждой станціи водоснабженіемъ опредѣлялось, вообще, отъ 7 до 9 куб. ф. на поѣздо-версту полезнаго пробѣга паровозовъ на соответствующихъ перегонахъ; на горныхъ же участкахъ отъ 9—11 куб. ф. Въ Техническихъ Условіяхъ сооруженія жел. дорогъ, построенныхъ за послѣднее время, норма потребной для питанія паровозовъ воды опредѣлялась въ 4 и 5 куб. ф. на виртуальную поѣздо-версту полезнаго пробѣга паровозовъ въ предположеніи порчи водоснабженія на двухъ сосѣднихъ станціяхъ. Сверхъ того на маневры, резервы и промывку паровозовъ, а равно на потребности малыхъ мастерскихъ и живущихъ на станціи опредѣлялось въ сутки: на станціяхъ съ кореннымъ депо — 10 куб. саж., съ оборотнымъ депо — 3 куб. саж. и на всѣхъ прочихъ по 1 куб. саж. Для потребностей перевозимыхъ войскъ опредѣлено по $2\frac{1}{2}$ куб. саж. воды на конечныхъ станціяхъ и на станціяхъ съ паровознымъ депо и по 1 куб. саж. на прочихъ станціяхъ.

1) хорошую воду, при 0,1—0,3 гр. остатка, или $\frac{1}{10.000}$ — $\frac{3}{10.000}$ первоначального вѣса;

2) дурную воду, при 0,3—1,0 гр. остатка, или $\frac{3}{10.000}$ — $\frac{1}{1.000}$ первоначального вѣса;

3) негодную воду, при 1,0 гр. и болѣе остатка, или при остаткѣ выше $\frac{1}{1.000}$ первоначального вѣса.

Самое вѣрное средство противъ образованія котельной накипи есть снабженіе котла водою, которая содержала бы въ растворѣ возможно меньшее число частей, дающихъ накипь, а это есть въ большинствѣ случаевъ рѣчная вода.

Если вода содержитъ не болѣе $\frac{3}{10.000}$ твердаго остатка, то въ случаѣ образованія котельной накипи рекомендуется прямо въ паровозномъ котлѣ примѣнять средства, препятствующія образованію этой накипи. Такихъ средствъ было предложено много, но нельзя однако назвать такого, которое дѣйствовало бы во всѣхъ случаяхъ, такъ какъ примѣси, содержащіяся въ различной водѣ, требуютъ различныхъ реактивовъ.

Постановленіе Дюссельдорфскаго техническаго съѣзда, по вопросу какими средствами (механическими или химическими) лучше всего предупредить образованіе накипи въ паровозныхъ котлахъ, гласитъ даже: „Всѣ средства противъ накипи, которыя примѣнялись въ самомъ котлѣ, оказались до сихъ поръ не настолько надежными, чтобы ихъ можно было рекомендовать съ увѣренностью; напротивъ, совѣтуется очищеніе дающей сильную накипь воды, передъ ея употребленіемъ“.

Необходимо здѣсь еще замѣтить, что чистая питательная вода имѣетъ свойство растворять отчасти накипь, образовавшуюся раньше отъ нечистой воды.

Этимъ свойствомъ съ выгодною можно воспользоваться при чисткѣ котловъ, сильно покрытыхъ накипью. Наполняютъ котелъ чистой водою и топятъ его въ теченіи 12 часовъ, не пуская въ ходъ машины. По истеченіи этого времени оказывается, что накипь почти совершенно отстала, и остается только удалить ее черезъ лазъ или черезъ вычистныя отверстія. Какую экономію можно получить, употребляя хорошую воду, достаточно показываютъ между прочимъ результаты, достигнутые въ этомъ отношеніи уже давно на С.-Петербур-

бурго-Варшавской желѣзной дорогѣ (см. Organ für Eisenbahn wesen 1867, стр. 108) *).

Если вода содержитъ болѣе $\frac{3}{10.000}$ твердаго остатка, то лучше очищать ее ранѣе поступленія ея въ паровозъ въ цистернахъ и это рекомендуется тѣмъ болѣе, чѣмъ болѣе превзойдено вышеприведенное число. Выборъ средства для очистки воды зависитъ отъ содержащихся въ водѣ примѣсей; главнѣйшія изъ этихъ примѣсей суть слѣдующія: углекислая и сѣрникоислая известь, углекислая и сѣрникоислая магнезія, кремнеземъ и т. д.

§ 5. Опредѣленіе количества вредныхъ примѣсей, заключающихся въ водѣ. Анализъ воды источника, избраннаго для водоснабженія, имѣетъ большое значеніе. Точный количественный и качественный анализъ воды требуетъ, однако, специальныхъ: лабораторіи и изслѣдователя.

Для болѣе скромныхъ цѣлей весьма пригоденъ способъ Boutron'a и Boudet, помощью котораго можно безъ особаго затрудненія опредѣлить количество вредныхъ примѣсей, заключающихся въ водѣ.

Этотъ способъ основывается на извѣстномъ свойствѣ воды при смѣшеніи ея съ мыльнымъ растворомъ образовывать остающуюся пѣну только послѣ того, какъ растворенныя въ водѣ соли щелочныхъ земель будутъ нейтрализованы частью мыла.

Чѣмъ больше солей содержитъ вода, иначе сказать, чѣмъ она болѣе жестка, тѣмъ больше нужно мыла, чтобы вызвать остающуюся пѣну. Такимъ образомъ, употребляя опредѣленный растворъ мыла, можно опредѣлить степень жесткости или такъ называемый градусъ жесткости воды. Пѣна на изслѣдуемой водѣ должна быть въ слоѣ толщиною около 5 мм. и оставаться по крайней мѣрѣ 10 минутъ.

По Boutron'y-Boudet'у для приготовленія мыльнаго раствора надо растворить 100 гр. бѣлаго содоваго мыла въ 1600 гр. 90-градуснаго алкоголя, нагрѣть до кипѣнія и по охлажденіи профильтровать. Къ такому раствору слѣдуетъ прибавить еще 1000 куб. см. дистиллированной воды.

Этимъ растворомъ наполняютъ стеклянную трубку (фиг. 25

*) А въ послѣднее время на Ростово-Владикавказской и Юго-Западныхъ жел. дорогахъ. См. статью Л. Леви: Результаты примѣненія химической очистки воды на Юго-Западныхъ ж. дор., «Кіевскій Инженеръ» 1895 г.

табл. II) запаянную снизу, которая сверху имѣетъ съ одной стороны воронку для наполненія ея растворомъ, съ другой стороны трубочку съ небольшимъ отверстіемъ для выпусканія раствора по каплямъ. Воронка можетъ закрываться притертой стеклянной пробкой.

На трубкѣ снаружки нанесены дѣленія, обозначающія числа градусовъ; нумерація начинается не съ верхняго дѣленія, а съ слѣдующаго за нимъ, такъ какъ для появленія пѣны необходимо прилить нѣкоторый избытокъ мыльнаго раствора. Этотъ приборъ названъ авторами этого способа *идротиметромъ*.

Чтобы удостовѣриться въ правильности состава мыльнаго раствора и въ случаѣ нужды болѣе точно составить мыльный растворъ, растворяють 0,25 гр. хлористаго кальція въ 1 литрѣ дистиллированной воды. Изъ этого послѣдняго раствора наливаютъ 40 куб. сантим. въ сосудъ, раздѣленный на внѣшней поверхности на куб. сантиметры, а въ остальномъ устроенный такъ же, какъ это изображено на фиг. 25, табл. II. Къ этому раствору прибавляютъ постепенно такое количество мыльнаго раствора, чтобы при сильномъ взбалтываніи получалась остающаяся пѣна. Если для этого требуется 22° мыльнаго раствора, то, значитъ, этотъ послѣдній составленъ вѣрно. Если для полученія остающейся пѣны его требуется меньше, то надо его соответственно разбавить водою; въ противномъ же случаѣ сдѣлать болѣе концентрированнымъ. Вышеописанный способъ даетъ довольно вѣрные результаты до 30° жесткости. Поэтому сперва надо изслѣдовать, не имѣетъ ли испытуемая вода большій градусъ жесткости; для этого берутъ небольшое количество изслѣдуемой воды и прибавляютъ постепенно къ ней мыльнаго раствора до тѣхъ поръ, пока не начнетъ образовываться остающаяся пѣна. Если она начинаетъ образовываться не скоро или если вмѣсто нея образуются при послѣдующемъ встряхиваніи хлопья и небольшія твердыя частицы, то надо испытуемую воду передъ изслѣдованіемъ разбавлять дистиллированной водою въ такомъ отношеніи, чтобы первая составляла $\frac{1}{2}$ или $\frac{1}{4}$ всего количества воды, взятаго для анализа; соотвѣтственно этому полученный градусъ жесткости придется умножить на 2 или на 4.

При правильномъ приготовленіи мыльнаго раствора 22° его должны нейтрализовать 40 куб. сантим. раствора хлористаго кальція и давать остающуюся пѣну. Такимъ образомъ каждый градусъ мыльнаго раствора производитъ на 40 куб. сантим. раствора хлористаго

кальція такое же дѣйствіе, какъ 0,1 гр. мыла на 1 литръ такого же раствора; иначе сказать гидротиметрической градусъ показываетъ количество примѣсей въ дециграммахъ (въ десятихъ доляхъ грамма).

Для производства анализа берутъ 40 куб. сантим. изслѣдуемой воды и прибавляютъ къ ней мыльнаго раствора до тѣхъ поръ, пока при сильномъ взбалтываніи не будетъ образовываться остающаяся пѣна. Этимъ и опредѣляется степень (градусъ) жесткости.

Для питанія паровозныхъ котловъ главное значеніе имѣетъ присутствіе въ водѣ известковыхъ солей. Чтобы выдѣлить ихъ изъ изслѣдуемой воды, къ 50 куб. сантим. этой воды прибавляютъ 2 куб. см. 1—2% раствора щавелевокислаго аммонія, причемъ сѣрно-кислая и углекислая соли разлагаются; известъ же въ соединеніи съ щавелевой кислотой осаждается. Оставшуюся жидкость фильтруютъ, отдѣливъ отъ нея 40 куб. сантим., опредѣляютъ снова градусъ жесткости помощью мыльнаго раствора. Вычитая изъ первоначально полученной степени жесткости найденную теперь, мы получимъ степень жесткости, зависящую отъ известковыхъ солей. Далѣе кипятятъ 100 куб. сантим. испытуемой воды полчаса въ стеклянной колбѣ, пополняя убыль дистиллированной водой, и послѣ охлажденія фильтруютъ. Если отдѣлить отъ этой жидкости 40 куб. сантим. и опредѣлить степень жесткости, то полученная степень жесткости будетъ относиться къ заключающимся въ водѣ солямъ кальція и магнія, безъ углекислой извести, которая осѣла при кипяченіи. Однако по Boutron'у и Boudet слѣдуетъ полученную при этомъ степень жесткости уменьшить на 3°, такъ какъ при кипяченіи осѣдаетъ не вся углекислая известъ. Если отдѣлить отъ 100 куб. сантим. прокипяченной и профильтрованной воды 50 куб. сантим. и прибавить къ ней 2 куб. сантим. 1—2% раствора щавелево-кислаго аммонія, то, профильтровавши жидкость и отдѣливъ отъ нея 40 куб. сантим., мы можемъ опредѣлить степень жесткости относительно магнезіальныхъ солей.

Приводимъ здѣсь степень жесткости нѣкоторыхъ водъ:

	Степень жесткости.
Химически чистая (дистиллированная)	0,0°
Снѣговая вода	2,5°
Дождевая вода	3,5°
Вода р. Луары	5,5°

	Степень жесткости.
Вода на ст. Одербергъ (австр.-шлезвигск.) . . .	12°
Вода р. Сепы	15°
Вода на ст. Силлейнъ (Кашау-одербергск.) . . .	16°
Водопроводная вода въ Будапештѣ.	18°
Вода на ст. Кашау	20°
Вода р. Марны	23°
Колодезная вода въ Будапештѣ.	40°
Вода въ Près St.-Gervais.	72°

(Organ für Eisenbahnwesen 1882, p. 183).

§ 6. Очистка воды на Тюрингенской желѣзной дорогѣ. На нѣкоторыхъ станціяхъ Тюрингенской желѣзной дороги очистка питательной воды ведется слѣдующимъ образомъ.

Предназначенная къ очисткѣ вода накачивается сперва въ продолговатые большіе резервуары и въ нихъ нагревается до 30°. Во время нагреванія прибавляется опредѣленное количество известкового молока (известъ, частью размѣшанная, частью растворенная въ водѣ) и надлежащимъ образомъ размѣшивается; затѣмъ приливаютъ углекислаго натра (соды), предварительно раствореннаго въ теплой водѣ, и еще разъ все хорошенько смѣшиваютъ. Затѣмъ оставляютъ воду отстаиваться до полного просвѣтлѣнія, что продолжается около девяти часовъ. Дѣйствіе этой смѣси слѣдующее.

Известковое молоко удаляетъ изъ воды содержащуюся въ ней свободную углекислоту, а углекислая известъ, державшаяся въ растворѣ при посредствѣ этой кислоты, — выдѣляется. Углекислый натръ разлагаетъ сѣрноокислую известъ такимъ образомъ, что образуются сѣрноокислый натръ и углекислая известъ. Эта послѣдняя осаждается, а сѣрноокислый натръ вмѣстѣ съ избыткомъ соды остаются въ растворѣ, но они при испареніи воды въ котлѣ не даютъ накипи, какъ соли легко растворимыя.

Количество прибавляемаго известкового молока и соды опредѣляется по даннымъ химическаго анализа соотвѣтственной воды, а именно расчетъ показываетъ, что:

1) 68 частей содержащейся въ водѣ сѣрноокислой извести требуютъ 53 части чистаго углекислаго натра, или 59 частей 90-процентной прокаленной соды, или 63 части 84-процентной;

2) 50 частей углекислой извести, содержащейся въ водѣ, предпо-

лагають присутствіе по крайней мѣрѣ 22 части свободной углекислоты, для которой необходимо 28 частей ѣдкой извести;

3) 42 части углекислой магнезій, содержащейся въ водѣ, предполагають присутствіе также 22 частей углекислоты, которая въ свою очередь требуетъ 28 частей ѣдкой извести.

Такъ какъ известъ примѣняется здѣсь въ гашеномъ видѣ, то надо опредѣлить, сколько фунтовъ гашеной извести даетъ 1 фунтъ ѣдкой, а по этому уже опредѣлить вѣсъ необходимой прибавки (реактива).

Когда вода, очищенная вышеописаннымъ способомъ, отстоится, ее спускають изъ бассейна настолько, чтобы не увлечь осадка, осадокъ же удаляется по особой спускной трубѣ; промывкою резервуара его тщательно вычищаютъ для новаго употребленія. Необходимо замѣтить, что не слѣдуетъ прибавлять много соды, такъ какъ свободная сода, заключающаяся въ водѣ, загрязняетъ машину, если въ котлѣ есть сало.

На Тюрингевской дорогѣ дѣлались также опыты очистки воды въ цистернахъ помощью хлористаго барія, причемъ оказалось, что въ водѣ, очищенной помощью хлористаго барія, остается больше вредныхъ частей, чѣмъ въ водѣ, очищенной помощью соды.

Стоимость очистительныхъ матеріаловъ для очистки 12,4 куб. м. воды достигала 56 коп. при примѣненіи соды и 1 руб. 07 коп. при примѣненіи хлористаго барія *). Кроме того, отстаиваніе длится при хлористомъ баріѣ двумя часами больше. Практика показала, что при очисткѣ содою осаждаются не всѣ вещества, образующія накипь. Точныя изслѣдованія остатка, полученнаго при выпариваніи очищенной описаннымъ способомъ воды, показали, что удалалась вполне только сѣрнокислая известь, изъ углекислой же извести только 70%, а изъ углекислой магнезій почти ничего. Правда, углекислая и сѣрнокислая известь суть главные составныя части накипи и потому удаленіе $\frac{3}{4}$ ихъ количества и болѣе представляетъ уже большую выгоду. Въ особенности важно, что сѣрнокислая известь выдѣляется вся, потому что именно она и соединяетъ всю накипь въ плотную массу.

§ 7. Очистка воды по способу de Häen'a. При примѣненіи этого

*) Принятая талеръ = 3 маркамъ = 1200 пфенигамъ = 1 р. 47 к.

способа вода освобождается отъ углекислыхъ и сѣрнокислыхъ солей. Углекислыя соли осаждаются известковымъ молокомъ, а сѣрнокислыя—хлористымъ баріемъ. Тогда образуются въ первомъ случаѣ углекислая известь и магнезія, а во второмъ—сѣрнокислый баритъ.

Эти вещества въ водѣ нерастворимы и потому осаждаются. Самая очистка ведется слѣдующимъ образомъ: Немного выше баковъ располагаются очистительные резервуары, въ которыхъ и производится осажденіе солей, такъ что въ баки поступаетъ только чистая вода. Очистительные резервуары наполняются на $\frac{3}{4}$ водой; затѣмъ прибавляется сперва хлористый барій, а потомъ известь, причемъ при перемѣшиваніи получается осадокъ. Для образованія осадка необходимо минутъ 10—15. Если вода была предварительно подогрѣта до 30—35° С, то осадокъ образуется еще скорѣе. Известковое молоко получается разведеніемъ 1 части хорошо гашенаго известковаго тѣста въ 6 частяхъ воды.

Чтобы быть убѣжденнымъ въ хорошей очисткѣ, надо продѣлать нѣсколько пробъ. Для изслѣдованія того, правильно-ли выбрано количество прибавляемаго хлористаго барія, берутъ небольшое количество очищенной воды и приливаютъ къ ней глауберовой соли. Если сейчасъ-же образуется сильная муть, то, значить, было прибавлено слишкомъ много хлористаго барія. Если-же по истеченіи нѣсколькихъ минутъ появляется небольшая муть, то прибавка была правильна.

Чтобы провѣрить, не слишкомъ-ли много было прибавлено извести, дѣлаютъ пробу лакмусовой бумажкой. Если она, будучи погружена въ воду, сейчасъ же синѣетъ, то, значить, извести было прибавлено слишкомъ много. Если-же по прошествіи полуминуты бумажка только слегка синѣетъ, то прибавка извести правильна.

Если извести или хлористаго барія было прибавлено недостаточное количество, то при прибавленіи этихъ веществъ къ пробному количеству очищенной воды появляется легкая муть.

Въ Erfurt'скомъ желѣзнодорожномъ округѣ способъ de Häen'a примѣнялся на станціяхъ Erfurt и Weissenfels съ 1873 года. Въ Erfurt'ѣ теперь вода берется для питанія паровозовъ изъ городского водопровода, такъ что способъ de Häen'a примѣняется лишь на станціи Weissenfels. Расходы по очисткѣ воды на этой станціи достигаютъ около 10 коп. на 1 куб. м. воды при суточномъ расходѣ въ 300 куб. м. (подробности см. въ Organ für Eisenbahnwesen 1874, p. 221).

§ 8. Очистка воды по способу *Béranger* и *Stingl'*я. Очистка воды распадается здѣсь на двѣ операціи: химическую и механическую. Химическимъ способомъ можетъ быть очищена вода, содержащая углекислую известь, углекислую магнезію, сѣрнокислую известь и магнезію и хлористый магній.

Для образованія желаемыхъ соединеній примѣняются не известь или хлористый барій, а смѣсь извести съ ѣдкимъ натромъ (или ѣдкій натръ съ содой). Прибавленіе ѣдкаго натра имѣетъ ту выгоду, что сперва распадается часть углекислыхъ солей. При этомъ ѣдкій натръ превращается въ углекислый, который быстро и сильно дѣйствуетъ на сѣрнокислую известь и магнезію, причемъ осаждаются углекислая известь и магнезія, а сѣрнокислый натръ остается въ растворѣ. При этомъ не образуется хлористыхъ соединеній, вредно дѣйствующихъ на желѣзные стѣнки котла. Кромѣ того, ѣдкій натръ превращаетъ содержащійся въ водѣ хлористый магній въ поваренную соль, причемъ осѣдаетъ водная окись магнія. Вся эта очистка производится въ герметически закрытыхъ аппаратахъ. На фиг. 26 табл. II представленъ подобный аппаратъ. Если очистки воды не требуется, то она прямо поступаетъ въ бакъ *C* по нагнетательной трубѣ *R*. Если-же воду надо очищать, то кранъ *I* на трубѣ *R* закрываютъ, а открываютъ кранъ *II* на трубѣ r_2 . Тогда вода по трубѣ r_2 входитъ въ сосудъ *M*. Съ трубой r_2 соединяется еще труба r_1 , по которой нагнетается маленькой помпой, соединенной съ большимъ насосомъ, потребное количество химическихъ реактивовъ. Въ сосудѣ *M* происходитъ смѣшеніе, и совершаются химическія реакціи. Затѣмъ вода вмѣстѣ съ осадками поступаетъ въ фильтры *F*. Эти фильтры наполнены до извѣстной высоты коксомъ и стружками, которыя время отъ времени должны быть возобновляемы. Осадки здѣсь задерживаются, а очищенная вода по трубѣ R_1 поступаетъ въ бакъ. Химическіе реактивы приготавливаются въ особомъ чанѣ, откуда ихъ и выкачиваетъ маленькая помпа.

§ 9. Водоочистительное устройство на станціи Лейпцигъ. На ст. Лейпцигъ *Erfurt'*скаго желѣзнодорожнаго округа очищеніе воды производится по способу *Béranger* и *Stingl'*я. На фиг. 19, 22, 23, табл. I изображены употребляющіеся тамъ приборы. Вода накачивается насосомъ въ резервуаръ *C*; пройдя затѣмъ черезъ регуляторъ

давленія D , она поступает въ цилиндръ F (фиг. 23), въ которомъ происходитъ смѣшеніе ея съ реагирующею жидкостью (ѣдкій натръ съ известковой водою), притекающею въ потребномъ количествѣ черезъ регуляторъ давленія E . Смѣшанная съ реактивами вода проходитъ черезъ цилиндръ F сверху внизъ, затѣмъ снова поднимается медленно въ очистительномъ цилиндрѣ, концентрическомъ съ F и наполненномъ фильтрующей массой. Затѣмъ вода проходитъ послѣдовательно три очистительныхъ цилиндра G , H и J (фиг. 22 и 23) съ постепенно увеличивающимися діаметрами для уменьшенія скорости протеканія. Для лучшаго осажденія веществъ, образующихъ котельную накипь, вода, прежде чѣмъ пройти черезъ каждый очистительный цилиндръ, проходитъ сперва внизъ по трубѣ діаметромъ 60 мм., расположенной концентрично съ цилиндромъ по оси его, а затѣмъ уже медленно поднимается черезъ фильтр (стружки), расположенный въ цилиндрѣ. Изъ послѣдняго цилиндра вода, совершенно очищенная, поступаетъ въ сборный бакъ K , откуда она и отводится къ кранамъ и проч. Все машинное устройство, включая сюда сборный бакъ K , оба регулятора давленія D и E , равно какъ очистительные цилиндры F , G , H и J , вмѣстѣ съ трубами, клапанами, кранами и т. д., обошлось около 3500 руб., вмѣстѣ съ установкой.

Г Л А В А III.

Піемники воды и водопроводы.

СОДЕРЖАНИЕ: § 10. Расположеніе колодцевъ. Принципъ Donnet'a.—§ 11 Станція съ естественнымъ напоромъ для наполненія баковъ.—§ 12. О трубахъ.—§ 13. Опредѣленіе діаметра трубъ.—§ 14. Матеріалъ для трубъ.—§ 15. Испытаніе и асфальтировка трубъ.—§ 16. Укладка и соединеніе трубъ *).

§ 10. Расположеніе колодцевъ. Принципъ Donnet'a. — Діаметръ колодцевъ, которые устраиваются для полученія потребнаго количества воды, колеблется обыкновенно въ предѣлахъ 1,88—3,14 мм.

*) Приводя здѣсь и въ дальнѣйшихъ главахъ по преимуществу указанія западноевропейской практики въ дѣлѣ водоснабженія желѣзно-дорожныхъ станцій, мы пока-
отсылаемъ читателя для полученія данныхъ о соответствующихъ русскихъ устрой-
ствахъ къ трудамъ, указаннымъ въ приложеніи (стр. 67).

Здѣсь не мѣсто входить въ дальнѣйшія подробности относительно устройства и расположенія колодезь. Необходимо только замѣтить, что слѣдуетъ располагать ихъ не ближе 5 мет. отъ жилыхъ строеній.

Равнымъ образомъ мы не будемъ останавливаться здѣсь на описаніи приѣмниковъ воды изъ рѣкъ, озеръ и искусственныхъ водохранилищъ. Это указано въ другихъ частяхъ курса.

Говоря о колодцахъ можно, однако обратить вниманіе на систему колодезь инженера Donnet'a въ Ліонѣ. Эта система имѣетъ цѣлью извлекъ изъ водоносныхъ слоевъ въ короткое время возможно большее количество чистой воды при постоянной температурѣ, помощью недорогого устройства. Съ этою цѣлью притокъ воды въ колодезь освобожденъ отъ противодѣйствующаго атмосфернаго давленія устройствомъ герметическихъ стѣнокъ и крыши.

Эта система казалась удобною для такихъ колодезь, гдѣ притокъ воды въ извѣстное время былъ меньше потребнаго количества. Хотя на первый взглядъ подобное устройство представляетъ много преимуществъ, но не нужно однако упускать изъ вида нѣкоторыхъ сомнѣній относительно примѣнимости этой системы, на томъ основаніи, что атмосферное давленіе въ слояхъ почвы ни въ коемъ случаѣ не можетъ существовать въ той мѣрѣ, въ какой это предполагается этой системой. На шлезвигской дорогѣ были сдѣланы опыты съ подобнымъ устройствомъ помощью опусканія чугунаго колокола, причемъ результаты совершенно не оправдали ожиданій.

Такъ какъ чистота воды въ дѣлѣ питанія паровозовъ имѣетъ особенную важность; поэтому, гдѣ только можно, слѣдуетъ предпочитать рѣчную воду колодезной; также часто полезно устройство осадочныхъ бассейновъ, а въ мелко-песчаномъ грунтѣ слѣдуетъ вмѣсто одного глубокаго колодца располагать рядомъ нѣсколько меньшихъ, ибо при этомъ происходитъ меньшій выносъ частицъ изъ грунта при усиленномъ потребленіи воды.

§ 11. Станціи съ естественнымъ напоромъ для наполненія баковъ. Если вблизи станціи есть источникъ, лежащій настолько выше баковъ, что имѣющимся напоромъ возможно преодолѣть сопротивленіе въ трубопроводѣ, и если въ остальныхъ отношеніяхъ вода удовлетворяетъ требованіямъ станціи, то естественно питать баки прямо само-текомъ изъ этого источника.

При подобныхъ устройствахъ всегда надо попробовать, нельзя-ли уменьшить первоначальныя издержки уменьшеніемъ діаметра трубопровода и соответственнымъ увеличеніемъ размѣра баковъ.

Формулы для опредѣленія діаметра трубъ и нѣкоторыя указанія относительно трубъ и ихъ укладки даны далѣе.

На ганноверской правит. ж. д. подобнымъ образомъ устроено водоснабженіе на станціяхъ Dransfeld, Münden, Goslar и Herzberg.

Въ Dransfeld'ѣ вода проводится въ баки изъ вышележащаго водохранилища чугуною трубою длиною 1606,6 м., діаметромъ 0,052 м., съ толщиною стѣнокъ въ 6 мм. Имѣющійся напоръ достигаетъ 58,7 м., и труба даетъ въ 24 часа 149,4 куб. м., или 40 наполненій тендера. Притокъ воды въ баки регулируется автоматически поплавкомъ. Въ томъ мѣстѣ водохранилища, откуда начинается трубопроводъ, устроенъ особый водопріемникъ (фиг. 18 табл. I), въ которомъ вода освобождается отъ нѣкоторыхъ механическихъ примѣсей. Сперва вода проходитъ черезъ наброску изъ камней, величиною отъ 80 до 150 мм.; затѣмъ идетъ слой болѣе мелкихъ камней (величиною со щебенки, употребляемая на шоссе), насыпанный между двумя рядами свай. Затѣмъ вода поступаетъ въ ящикъ, въ которомъ находится щитъ, управляющій впускомъ воды въ трубопроводъ. Потомъ идетъ деревянная рѣшетка съ отверстіями величиною въ 12 мм. и желѣзная оцинкованная сѣтка съ отверстіями въ 3 мм.; наконецъ еще двѣ деревянные рѣшетки, между которыми находится слой камня величиною отъ 6 до 25 мм. Передъ устьемъ трубопровода помѣщенъ выпуклый мѣдный листъ съ отверстіями діаметромъ въ 1 мм. Сумма площадей этихъ отверстій вдвое больше площади сѣченія трубопровода. Очищать этотъ фильтръ приходится почти каждый годъ. Всѣ деревянные части сдѣланы изъ дубоваго дерева, пропитаннаго хлористымъ цинкомъ. Впускъ воды изъ трубопровода въ баки регулируется автоматически; на фиг. 27, табл. II показано устройство поплавка въ бакѣ, закрывающаго впускной клапанъ при своемъ подъемѣ.

На ст. Goslar длина чугунаго трубопровода 1376 м. при напорѣ въ 16,7 м.; діаметръ трубъ 0,079 м. Трубы покрыты внутри и снаружи составомъ изъ асфальта, гудрона и дегтя. Въ самой нижней точкѣ трубопровода, лежащей на 16,07 м. ниже выпускнаго отверстія трубопровода въ баки, устроенъ смотровой колодезь съ корбкой для осажденія мути, служащій одновременно и при очисткѣ

трубъ; второй смотровой колодезь находится возлѣ машиннаго зданія. Весь этотъ трубопроводъ, не считая надстройки надъ источникомъ и отводнаго канала съ бассейномъ и фильтромъ, обошелся 2 р. 88 к. на 1 пог. метръ.

Въ Herzberg'ѣ, гдѣ вода тоже притекаетъ въ баки подѣ естественнымъ напоромъ, длина трубопровода достигаетъ 3328 м.; верхняя часть трубопровода на протяженіи 2161 м. имѣетъ діаметръ въ 104 мм., а нижняя часть длиною 1.167 м. имѣетъ діаметръ 78 мм. Въ мѣстѣ измѣненія діаметра трубопровода отъ него идетъ отвлѣтленіе къ мѣстечку Herzberg. Полный напоръ равенъ 18,2 м. Въ первое время послѣ устройства трубопроводъ давалъ (при разобщенномъ отвлѣтленіи) 328 куб. м. воды въ сутки; черезъ нѣкоторое же число лѣтъ онъ сталъ давать только отъ 58 до 144 куб. метра въ сутки. Причина такого уменьшенія расхода была изслѣдована ближе, причемъ оказалось, что въ мѣстахъ съ малымъ паденіемъ скоплялся воздухъ; этотъ недостатокъ былъ устраненъ устройствомъ воздушныхъ клапановъ. При этомъ изслѣдованіи было найдено, что при укладкѣ трубопровода для станцій съ естественнымъ напоромъ должны быть соблюдаемы слѣдующія правила:

- 1) Избѣгать малыхъ паденій вначалѣ трубопровода.
- 2) Діаметръ трубопровода долженъ быть настолько великъ, чтобы ни въ одномъ мѣстѣ давленіе не было менѣе атмосфернаго, такъ какъ въ противномъ случаѣ въ подобныхъ мѣстахъ происходитъ всасываніе наружнаго воздуха и выдѣленіе воздуха, содержащагося въ водѣ, а это въ свою очередь влечетъ сѣженіе сѣченія и уменьшеніе расхода, неподдающіяся расчету.
- 3) Всему трубопроводу слѣдуетъ придавать по возможности равномерный уклонъ, и тѣмъ большій, чѣмъ меньше его діаметръ.
- 4) Трубы должны быть, по удаленіи ржавчины, осмолены внутри и снаружи самымъ тщательнымъ образомъ въ нагрѣтомъ состояніи.

§ 12. О трубахъ. Съ баками должны сообщаться, кромѣ приводной или нагнетательной трубы, питающей баки, еще слѣдующія трубы: 1) труба, отводящая воду въ краны; 2) сливная труба, отводящая воду изъ переполненныхъ баковъ, чтобы не было переливанія черезъ края.

Діаметръ трубопровода, ведущаго къ кранамъ, зависитъ отъ его

длины, высоты расположенія баковъ и требуемаго расхода воды. Въ обыкновенныхъ случаяхъ можно этотъ расходъ для крана принимать въ 0,04—0,06 куб. метр. въ секунду, что соотвѣтствуетъ времени наполненія одного тендера, имѣющаго емкость въ 7,7 куб. метра, отъ 3 мин. 13 сек. до 2 мин. 8 сек.

При выходѣ трубопровода изъ бака, на немъ помѣщается запорный клапанъ и мѣдная сѣтка для удержанія постороннихъ тѣлъ, попавшихъ въ бакъ. Запорный клапанъ дѣлается часто въ видѣ подъемнаго клапана съ винтомъ и ручкой, помощью которой онъ можетъ быть опускаемъ и поднимаемъ. На фиг. 25, таб. III и 23, таб. II показано устройство клапановъ, вращающихся около горизонтальной оси и служащихъ также для разобщенія баковъ отъ трубы, ведущей къ кранамъ.

Въ трубопроводѣ слѣдуетъ по возможности избѣгать колѣнъ и внезапныхъ измѣненій направленій движенія воды, такъ какъ это влечетъ часто значительную потерю напора; также слѣдуетъ избѣгать прокладки трубопровода подъ главными путями станціи, и, если можно, прокладывать его только подъ запасными путями. При этомъ слѣдуетъ пересѣкать пути по возможности нормально къ ихъ направленію, чтобы при исправленіи трубопровода приходилось разстраивать лишь незначительную часть пути. При неизбѣжныхъ измѣненіяхъ направленія трубопровода, слѣдуетъ дѣлать закругленія возможно большимъ радіусомъ.

§ 13. Опредѣленіе діаметра трубъ. При расчетѣ трубъ главное значеніе имѣетъ треніе на внутренней ихъ поверхности. Это треніе прямо пропорціонально квадрату скорости протеканія воды и длинѣ трубы и стоитъ въ обратномъ отношеніи къ ея діаметру.

Пусть h есть существующій или требуемый напоръ, d и l діаметръ и длина трубы, α коэффициентъ сопротивленія движенію воды, v —скорость; тогда для длинныхъ трубопроводовъ достаточно точно:

$$h = \left(1 + \alpha \frac{l}{d}\right) \frac{v^2}{2g}, \text{ гдѣ } g \text{ есть ускореніе силы тяжести; отсюда}$$

$$v = \frac{\sqrt{2gh}}{\sqrt{1 + \frac{\alpha l}{d}}}.$$

При точныхъ расчетахъ и для короткихъ трубъ надо еще принимать во вниманіе потери напора при входѣ въ трубу и въ колѣнахъ.

По Weisbach'у коэффициентъ α не постоянный, а именно, если v выражено въ метрахъ, то $\alpha = 0,01439 + \frac{0,0094711}{\sqrt{v}}$. Въ нижеслѣдующей таблицѣ даны значенія α для различныхъ v :

v <i>м</i>	α	v <i>м</i>	α	v <i>м</i>	α
31,4	0,0679	219,7	0,0346	941,6	0,0242
62,8	0,0522	251,1	0,0338	1265,4	0,0229
94,2	0,0453	282,5	0,0322	1883,1	0,0213
125,5	0,0411	313,9	0,0313	2510,8	0,0204
156,9	0,0383	470,8	0,0282	3766,2	0,0192
188,3	0,0362	627,7	0,0263	6277,1	0,0182

Такимъ образомъ предыдущая формула даетъ прямо напоръ, необходимый для того, чтобы въ концѣ трубы діаметромъ d и длиною l получить расходъ Q куб. метр. въ секунду, причемъ для α нужно взять величину изъ приведенной таблицы, а $v = \frac{4Q}{\pi d^2} = 1,2732 \frac{Q}{d^2}$.

Діаметръ, который долженъ имѣть трубопроводъ, чтобы при данномъ h и длинѣ l пропускать въ секунду количество воды Q , опредѣляется изъ формулы

$$d = 0,9588 \sqrt[5]{(1,51 d + \alpha l) \frac{Q^2}{h}}.$$

Въ этой формулѣ подъ корнемъ вставляемъ вмѣсто d и α приближенные значенія и тогда получаемъ нѣкоторую величину d_1 ; по ней вычисляемъ скорость $v = \frac{4Q}{\pi d_1^2}$ и въ таблицѣ находимъ соотвѣтствующее этой скорости α ; найденныя значенія d_1 и α снова вставляемъ въ формулу и находимъ новое d ; если оно значительно разнится отъ d_1 , то повторяемъ описанный приемъ еще разъ.

Количество воды, могущее пройти по трубѣ данныхъ размѣровъ при опредѣленномъ напорѣ, равно $Q = \frac{\pi d^2}{4} \cdot v = 0,7856 d^2 v$; здѣсь v опредѣляется изъ уравненія $v = \frac{\sqrt{2gh}}{\sqrt{(1,505 + \alpha \frac{l}{d})}}$, причемъ сна-

чала принимаютъ для v приближенное значеніе и по немъ находятъ α изъ вышеприведенной таблицы.

Такъ какъ для станціонныхъ трубопроводовъ употребляются часто трубы діаметромъ отъ 150 до 200 мм. *), то для облегченія расчетовъ ниже приведена таблица, прямо показывающая, какое количество воды протекаетъ по трубамъ вышеуказанныхъ діаметровъ при опредѣленныхъ скоростяхъ, и какой для этого нуженъ напоръ.

Значеніе буквъ слѣдующее:

v — скорость воды въ метрахъ въ секунду;

Q — количество воды въ куб. метр. въ минуту;

h — потребный напоръ въ метр. на каждые 100 метр. длины трубопровода **).

v метр.	Діаметръ трубопр. = 150 мм.		Діаметръ трубопр. = 200 мм.	
	h метр.	Q куб. м.	h метр.	Q куб. м.
0,8	0,53	0,85	0,40	1,51
1	0,82	1,06	0,61	1,89
1,25	1,26	1,33	0,94	2,36
1,50	1,78	1,59	1,33	2,83
1,75	2,40	1,86	1,80	3,30
2	3,10	2,12	2,33	3,77

Если, напр., трубопроводъ долженъ давать 1 куб. метр. въ минуту, то при діаметрѣ трубъ въ 150 мм. для этого необходимъ напоръ около 0,82 на каждые 100 метр. его длины. Для полученія 1,5 куб. метр. въ минуту при діаметрѣ трубопровода въ 200 мм. нуженъ напоръ 0,40 м. на каждые 100 метр. длины.

Если длина трубопровода 200 или 300 метр., то числа для h , полученные изъ таблицы, надо соответственно удвоить или утроить.

Кромѣ напора, необходимаго для преодоленія сопротивленія въ

*) По Техническимъ Условіямъ русскихъ жел. дорогъ, построенныхъ за последнее время, установлено, что внутренній діаметръ напорныхъ (чугунныхъ) трубъ долженъ быть не менѣ 4-хъ дюймовъ (101,6 м.м.), а водопроводныхъ трубъ въ наливнымъ (гидравлическимъ) кранамъ—не менѣ 6-ти дюймовъ (152,4 м.м.).

**) Въ графѣ таблицы для h взяты не величины подлинника, а нѣсколько большія, согласно новѣйшимъ опытамъ Ланга (изъ Hütte, Русск. Изд. 1897 г.).

трубахъ, необходимъ еще напоръ для того, чтобы заставить воду войти въ трубопроводъ съ нѣкоторою скоростью v .

Потребный для этого напоръ, который нужно придать къ полученному изъ таблицы, можетъ быть принятъ въ среднемъ (отъ 1,1 до 1,5) $\frac{v^2}{2g}$.

Такимъ образомъ полный необходимый напоръ H при длинѣ трубопровода $n \times 100$ м. выразится такъ: $H = 1,5 \frac{v^2}{2g} + nh$; здѣсь n есть то число, которое надо умножить 100, чтобы получить дѣйствительную длину трубопровода.

Если трубы внутри не асфальтированы, то діаметръ ихъ, опредѣленный расчетомъ, слѣдуетъ увеличить на слой осадковъ. При не слишкомъ неблагоприятныхъ обстоятельствахъ толщина осадковъ въ 15 лѣтъ можетъ достигъ 12 мм. Удаленіе ихъ производится изъ каждой отдѣльной трубы, вынутой изъ земли, помощью желѣзныхъ щетокъ.

§ 14. Матеріалъ для трубъ. Единственный матеріалъ, употребляемый при трубопроводахъ сколько-нибудь значительной длины—это чугунъ. Свинецъ употребляется лишь при діаметрахъ 0,03 м.—0,05 м.

Гончарныя (штейнгутовые) трубы дешевле чугунныхъ; однако, примѣненіе ихъ не рекомендуется для водопроводовъ, въ виду хрупкости, опасной при ударахъ и сотрясеніяхъ; кромѣ того, онѣ выдѣлываются лишь небольшой длины, что увеличиваетъ число стыковъ.

Столь часто восхваляемые въ послѣднее время асфальтовые трубы также негодятся, по мнѣнію многихъ инженеровъ, для большихъ трубопроводовъ, какъ вслѣдствіе способа ихъ соединенія, такъ и благодаря самому матеріалу ихъ.

Наоборотъ, чугунъ обладаетъ достаточною прочностью при правильныхъ размѣрахъ трубъ. Чугунныя трубы должны быть отлиты стоймя, потому что:

1) этимъ достигается однообразная толщина стѣнокъ, такъ какъ при вертикальной отливкѣ не можетъ произойти прогиба сердечника (шишки);

2) неправильное положеніе сердечника сильно вліяетъ на плотность трубы, а при недостаточной связи чугуна со стерженьками, поддерживающими сердечникъ, легко могутъ произойти неплотности.

Такъ какъ большинство заводовъ имѣютъ опредѣленный сортъ-ментъ трубъ, то важно знать его, чтобы избѣжать расходовъ на новыя модели.

Толщина стѣнокъ трубъ изъ чугуна по Hagen'у $e=0,0533 \frac{h \cdot d}{f}$, гдѣ e —искомая толщина въ сантим., h —высота столба воды въ метрахъ (пъезометрическая высота), d —діаметръ трубы въ сантим. и f временное сопротивленіе чугуна при разрывѣ, выраженное въ килогр. на 1 кв. сантим.

По d'Aubuisson'у для трубъ діаметромъ болѣе 0,118 м. ($4\frac{1}{2}$ "') $e=1+0,015d$, гдѣ e и d имѣютъ прежнія значенія. Опытъ показываетъ, что наиболѣе слабое мѣсто у трубы это сверху у конца раструба и при переходѣ его въ собственно трубу, каковыя мѣста и слѣдуетъ соответственно усиливать. У трубъ фасонныхъ слѣдуетъ брать толщину стѣнокъ на 25% болѣе *).

§ 15. Испытаніе и асфальтировка трубъ. — Испытаніе трубъ лучше всего производить слѣдующимъ образомъ: трубу погружаютъ горизонтально въ воду и подвергаютъ изнутри воздушному давленію въ определенное число атмосферъ. Существованіе неплотностей и трещинъ проявляется ввидѣ воздушныхъ пузырьковъ, поднимающихся въ водѣ.

Для предохраненія трубъ отъ окисленія, ихъ покрываютъ внутри и снаружи слоемъ каменноугольнаго дегтя или гудрона, кромѣ внутренней поверхности раструба и наружной поверхности конца трубы, входящаго въ раструбъ. Это покрытіе должно противустоять дѣйствію всѣхъ веществъ, находящихся въ почвѣ и противустоять дѣйствію отъ мороза; составъ не долженъ быть хрупкимъ, чтобы не отваливаться при укладкѣ трубъ. На поверхности совершенно не должно быть непокрытыхъ мѣстъ, такъ какъ въ противномъ случаѣ ржавчина можетъ распространиться и подъ составомъ, покрывающимъ трубу. Покрывать составомъ слѣдуетъ возможно чистую металлическую поверхность; лучше всего употреблять гудронъ съ примѣсью асфальта. Покрытіе трубъ внутри имѣетъ еще и ту выгоду, что при этомъ значительно уменьшается сопротивленіе движенію воды.

§ 16. Укладка и соединеніе трубъ. Трубы слѣдуетъ укладывать на такую глубину, гдѣ уже колебанія температуры совершенно не ощутительны. Въ Германіи для этого достаточна глубина отъ 1,25 до 1,60 м. Укладка трубъ прямо въ землю имѣетъ то преимущество,

*) Таблицы нормальныхъ размѣровъ раструбныхъ и фланцевыхъ соединеній чугунныхъ трубъ съ общими указаніями относительно приѣмки трубъ предложены въ Трудахъ Перваго Русскаго водопроводнаго Съѣзда (1893 г.).

что при возможных неплотностях или трещинах поврежденное мѣсто легко найти, такъ какъ выбивающаяся вода вымываетъ грунтъ, и съ поверхности происходитъ обвалъ; при укладкѣ-же трубъ въ каналѣ, поврежденіе нельзя замѣтить.

Практика показала, что между всѣми способами соединенія трубъ, старый способъ соединенія помощью муфтъ (раструбовъ) самый лучший и вѣрный. Преимущества его главнымъ образомъ слѣдующія:

1) при тщательной работѣ достигается непроницаемость при любомъ давленіи; 2) трубопроводъ получаетъ нѣкоторую гибкость благодаря заполненію стыка свинцомъ; 3) неизбѣжныя исправленія производятся легко. Различаютъ соединенія помощью простыхъ муфтъ и помощью двойныхъ. Первый способъ самый употребительный и заполненіе въ немъ дѣлается помощью пеньки или пакли съ заливкою свинцомъ, или помощью желѣзной замазки. При употребленіи свинца половина пространства заполняется пенькой или паклей, а остальная половина заливается свинцомъ. При употребленіи же желѣзной замазки пакля занимаетъ лишь небольшое пространство, чтобы замазка могла пройти на большую глубину. Желѣзная замазка, употребляемая на верхне-плезвигской жел. дорогѣ, состоитъ изъ 90 вѣсовыхъ частей чугунныхъ опилокъ, 2 вѣсовыхъ частей сѣрнаго цвѣта и 1 части порошкообразнаго нашатыря. Этотъ способъ приготовленія далъ уже въ теченіе многихъ лѣтъ вполне удовлетворительные результаты. На южно-австрійской жел. дорогѣ съ 1860 года примѣняется соединеніе трубъ помощью двойныхъ муфтъ. Подробности относительно этой муфты можно найти въ *Organ für Eisenbahnwesen* 1862 г. стр. 103.

ГЛАВА IV.

Водоподъемныя приспособленія.

СОДЕРЖАНИЕ: § 17. О насосахъ вообще. — § 18. О двигателяхъ, примѣняемыхъ для насосовъ. — § 19. Ручные насосы. — § 20. Насосы съ вѣтрнымъ двигателемъ. — § 21. Водоснабженіе съ примѣненіемъ силы пара. — § 22. Инжекторы и пульзометры. — § 23. Стоимость подъема 1 куб. фута воды помощью различныхъ двигателей.

§ 17. О насосахъ вообще. Пусть Q означаетъ количество воды, доставляемое насосомъ въ 1 секунду, выраженное въ куб. м.; d —

діаметръ цилиндра насоса въ метрахъ, h —ходъ поршня въ метрахъ; n — число двойныхъ ходовъ (оборотовъ) въ минуту, v — скорость поршня въ метрахъ въ секунду, которая бываетъ minimum 0,157 м. ($1/2'$), обыкновенно 0,314 м. ($1'$) и maximum 0,471 м. ($1\frac{1}{2}'$); тогда теоретическое количество воды, которое въ состояніи дать насосъ, будетъ:

а) для насосовъ одиночнаго дѣйствія:

$$Q = \frac{n}{60} \cdot \frac{d^2 \pi}{4} h ,$$

б) для насосовъ двойного дѣйствія:

$$Q = \frac{n}{60} \cdot \frac{d^2 \pi}{2} \cdot h$$

Полезное дѣйствіе насоса при тщательной конструкціи и выполненіи и при не слишкомъ большой скорости поршня можетъ быть принято равнымъ 0,85—0,9, въ обыкновенныхъ же случаяхъ 0,8—0,85, а въ среднемъ 0,85; поэтому количество воды, дѣйствительно доставляемое насосомъ, будетъ:

а) для насосовъ одиночнаго дѣйствія въ среднемъ:

$$Q = 0,85 \cdot \frac{n}{60} \cdot \frac{d^2 \pi}{4} h ;$$

б) для насосовъ двойнаго дѣйствія въ среднемъ:

$$Q = 0,85 \cdot \frac{n}{60} \cdot \frac{d^2 \pi}{2} h .$$

Положимъ, что надо имѣть объемъ воды Q_1 въ t часовъ; тогда для насосовъ одиночнаго дѣйствія

$$Q_1 = 0,85 \frac{n}{60} \cdot \frac{d^2 \pi}{4} h \cdot t \cdot 3600 ,$$

а двойного дѣйствія

$$Q_1 = 0,85 \frac{n}{60} \cdot \frac{d^2 \pi}{2} h \cdot t \cdot 3600 .$$

Въ обоихъ послѣднихъ уравненіяхъ Q_1 извѣстно; для скорости поршня принимаемъ среднюю величину $v = 0,314$ м., и полагаемъ въ среднемъ $t = 8$ часовъ. Если положить затѣмъ, какъ это обыкно-

венно дѣлается $h = 2d$, то можно опредѣлить d . Но величина Q_1 рѣдко бываетъ совершенно одинакова для двухъ станцій; поэтому, на основаніи полученныхъ чиселъ пришлось бы ставить почти на всѣхъ станціяхъ разные насосы. Чтобы возможно было примѣнять одни и тѣ же насосы для различныхъ Q_1 , надо мѣнять значенія n и t въ нѣкоторыхъ предѣлахъ, что можно сдѣлать безъ всякаго неудобства, а между тѣмъ помощью этого можно свести число отдѣльныхъ типовъ насосовъ для всѣхъ станцій одной и той же дороги до minimum'a,—до двухъ или трехъ.

Предѣлы, въ которыхъ можетъ измѣняться n , опредѣляются скоростью поршня, которая колеблется отъ 0,157 до 0,471 м. Значить и число n , прямо пропорціональное скорости поршня, можетъ быть увеличено или уменьшено на половину, соотвѣтственно чему и число часовъ работы будетъ измѣняться отъ 4 до 12. Такимъ образомъ количество воды можетъ очень значительно мѣняться безъ того, чтобы понадобилось примѣнить насосъ другого размѣра.

Надо еще здѣсь замѣтить, что по опытамъ Chavés коэффициентъ полного дѣйствія для насосовъ двойного дѣйствія уменьшался отъ 0,91 до 0,6 при увеличеніи числа оборотовъ отъ 21 до 67 въ минуту, что для нагнетательныхъ насосовъ съ ныряломъ онъ уменьшался отъ 0,95 до 0,75 при числѣ оборотовъ 14 — 45 въ минуту, но что для всасывающихъ насосовъ наоборотъ онъ увеличивался отъ 0,93 до 0,98 при числѣ оборотовъ 27 — 60. Такимъ образомъ для насосовъ двойного дѣйствія и нагнетательныхъ одиночнаго — коэффициентъ полезнаго дѣйствія уменьшается съ увеличеніемъ числа оборотовъ, для всасывающихъ же насосовъ онъ при этомъ увеличивается.

Насосы слѣдуетъ дѣлать возможно простой конструкціи, такъ какъ при этомъ случается меньше починокъ, которыя на станціяхъ, гдѣ нѣтъ мастерскихъ, обходятся всегда очень дорого. Поршни снабжаются кожаной набивкой, или же устраиваются въ видѣ ныряла. Первые имѣютъ то преимущество, что при нихъ вредное пространство весьма мало, вторые же предпочтительнѣе благодаря меньшему и легкому ремонту. Діаметръ всасывающей и нагнетательной трубъ дѣлается равнымъ около $\frac{2}{3}$ діаметра поршня, при значительной же ихъ длинѣ необходимъ болѣе точный расчетъ. У клапановъ живое сѣченіе должно быть равно живому сѣченію трубъ, причемъ по воз-

возможности слѣдуетъ избѣгать всякихъ измѣненій скорости и направленія движенія воды. На расположеніе клапановъ въ насосахъ слѣдуетъ обратить очень большое вниманіе. Они должны находиться въ хорошо закрытыхъ коробкахъ, легко доступныхъ, потому что когда въ клапаны попадаетъ постороннее тѣло, они очень легко перестаютъ дѣйствовать, и тогда важно получить къ нимъ доступъ по возможности скорѣе.

Чтобы предохранить насосъ отъ ударовъ—устанавливаютъ воздушный кранъ на всасывающей трубѣ по возможности ближе къ всасывающему клапану, или нагружаютъ клапаны; далѣе, устанавливаютъ надъ клапанами особые пространства, гдѣ собирается воздухъ и своею упругостью смягчаетъ удары. Съ этою же цѣлью дѣлаютъ эти части возможно большихъ размѣровъ, чтобы уменьшить скорость протекающей воды.

Теоретически наибольшая высота всасыванія для насоса $= 10,3$ м.; несовершенство нашихъ насосовъ позволяетъ доходить только до 6—7 м. Но и эту высоту слѣдуетъ по возможности уменьшать, потому что, во первыхъ, трудно избѣгать вхожденія воздуха въ всасывающія трубы, а, во вторыхъ, невозможно устроить абсолютно плотныя соединенія между трубами. Поэтому лучше дѣлать всасывающую трубу по возможности короче; кромѣ того ее укладываютъ всегда прямо въ восходящемъ направленіи къ насосу. Рекомендуется устройство одного клапана и въ колодцахъ.

Насосы должны быть помѣщены такъ, чтобы осмотръ или починка могли бы быть легко произведены во всѣхъ частяхъ; также и каналъ для всасывающей трубы долженъ быть всегда доступенъ для осмотра. Какъ на всасывающей, такъ и на нагнетательной трубѣ слѣдуетъ устраивать воздушные колпаки, причемъ на всасывающей трубѣ, въ зависимости отъ длины ея, объемъ колпака долженъ быть отъ 2 до 6 разъ больше объема насоса, на нагнетательной же трубѣ, также въ зависимости отъ длины ея, — отъ 5 до 15 разъ больше объема насоса.

На тѣхъ станціяхъ, гдѣ имѣется только одинъ насосъ, слѣдуетъ имѣть еще запасную ручную помпу или пульзометръ, чтобы не быть въ затрудненіи при починкахъ насоса, которымъ обыкновенно пользуются.

§ 18. О двигателяхъ, примѣняемыхъ для насосовъ. Пусть H будетъ высота подъема воды, достигающая въ среднемъ 9,4 м.—12,6 м. (30—40'), h —потеря напора, происходящая вслѣдствіе сопротивленія въ трубахъ, собственнаго вѣса клапановъ и т. д., P —вѣсъ воды, которая должна быть доставлена во время T , представляющее число часовъ работы насоса въ сутки; тогда требуемая работоспособность двигателя A будетъ:

$$A = \frac{P (H + h)}{T \cdot 3600}.$$

Чтобы получить дѣйствительную работоспособность двигателя, нужно это число умножить еще на нѣкоторый коэффициентъ, равный въ среднемъ 1,5. Если полученный такимъ образомъ результатъ разделить на 75, то, предполагая, что H и h были выражены въ метрахъ, а P въ килограммахъ, получимъ число паровыхъ лошадей N brutto, требуемое для приведенія насоса въ дѣйствіе:

$$N = 1,5 \frac{P (H + h)}{T \cdot 3600 \cdot 75}.$$

Сила двигателя опредѣляется приблизительно этимъ равенствомъ; слѣдуетъ однако такъ выбрать силу двигателя, чтобы онъ былъ въ состояніи дать значительно большую работу, на случай увеличеннаго потребленія воды на станціи. Выборъ двигателя, т. е. рѣшеніе вопроса: примѣнить ли силу пара или человекъ, долженъ быть всегда подвергнутъ подробному разсчету. Вообще можно сказать, что слѣдуетъ примѣнить отдѣльный маленькій паровой насосъ въ томъ случаѣ, если нельзя удовлетворить потребности станціи въ водѣ, работая 12 часовъ въ сутки обыкновеннымъ ручнымъ насосомъ.

По опытамъ Chavés для совершенія работы въ 100.000 килогр.-метр. при высотѣ подъема 10—13 м. потребно: 1,3 рабочихъ дней при помпѣ съ коромысломъ, 0,7 рабочихъ дней при помпѣ съ рукою и маховикомъ, 6,9 килогр. каменнаго угля при паровомъ насосѣ съ постоянною машиною, 4,2 килогр. каменнаго угля при насосѣ съ приводомъ отъ локомотива. Надо замѣтить, что число 6,9 для паровыхъ насосовъ и т. д. получено, повидимому, при неблагопріятныхъ обстоятельствахъ, и вмѣсто него можно принимать 6 килогр.

§ 19. Ручные насосы. Ручные насосы приводятся въ дѣйствіе

помощью коромысла или ручки; въ послѣднемъ случаѣ для большихъ высотъ подъема устраивается и зубчатая передача.

По опытамъ Chavés одинъ рабочій при десятичасовомъ рабочемъ днѣ можетъ произвести работу въ 75.000 килогр.-метр., дѣйствуя помпою съ коромысломъ, между тѣмъ какъ при той же помпѣ только съ ручкою и маховымъ колесомъ, онъ производитъ работу въ 142.000 килогр.-метр. При этомъ предполагается, что онъ пять часовъ отдыхаетъ. Это большее полезное дѣйствіе даетъ ручнымъ насосамъ съ ручкою и маховикомъ несомнѣнное преимущество. Наилучшіе результаты были получены при этихъ опытахъ съ ручкою, имѣющей плечо 0,33 м.—0,35 м. длины, при нажатіи въ 6 килогр. и при скорости отъ 40 до 50 оборотовъ въ минуту.

На фиг. 6 и 7, таблица I, представлена одна изъ помпъ, употребляющаяся на саксонскихъ правительственныхъ жел. дорогахъ.

На рычагъ *h*, прикрѣпленный соотвѣтственнымъ образомъ къ напорной трубѣ, дѣйствуютъ обыкновенно три человѣка, четвертый же служитъ для смѣны. Рычагъ *h* соединяется на своемъ короткомъ концѣ со штангою *z*, къ нижнему концу которой укрѣпленъ поршень *k*. Напорный клапанъ *o* находится въ самомъ поршнѣ *k*, всасывающій же клапанъ помѣщенъ въ особой коробкѣ *g*, составляющей одно цѣлое съ стаканомъ *t* насоса. Коробка эта снабжена крышкой *m*, для облегченія доступа къ клапанамъ. Въ верхнемъ концѣ напорной трубы находится желобъ *и*, отводящій воду въ бакъ (фиг. 7). Ходъ поршня 0,262 м. при діаметрѣ его 0,131 м.

Другая простая и рациональная система ручныхъ насосовъ, употребляемая на станціяхъ ганноверскихъ жел. дорогъ, принадлежитъ Kirchweyer'у (фиг. 8, табл. I); эти насосы снабжены ручкою и маховымъ колесомъ и имѣютъ діаметръ 0,105 м. при ходѣ поршня въ 0,235 м. Въ отличіе отъ обыкновенныхъ насосовъ одиночнаго дѣйствія, эти насосы дѣйствуютъ не толчками, а подаютъ воду изъ колодца вверхъ непрерывно. Съ этою цѣлю къ воронко-образному поршню Letestu, состоящему, какъ и обыкновенно, изъ чугунной части и кожанатаго кружка, придѣлана очень сильная поршневая штанга *t*, причемъ объемъ стакана вдвое больше объема штанги вмѣстѣ съ поршнемъ.

При подъемѣ поршня все пространство подъ поршнемъ въ стаканѣ заполняется водою. При обратномъ ходѣ вода, объемъ коей равенъ

объему стакана, пройдя через поршень, находитъ лишь половину потребнаго ей помѣщенія, такъ какъ другая половина занята штангою и поршнемъ. Слѣдовательно, половина воды должна выйти въ напорную трубу d ; другая половина этой же воды выходитъ при подъемѣ поршня. Изъ этого легко замѣтить, что подобная помпа даетъ столько же воды, столько и помпа одиночнаго дѣйствія, съ тою только разницею, что первая даетъ непрерывный токъ воды. Надо замѣтить, что высокій салыникъ здѣсь крайне необходимъ, такъ какъ движеніе сообщается поршню отъ вала помощью шатуна, и поршневая штанга кромѣ салыника ничѣмъ не направляется. Всѣ части: поршень, стаканъ, трубы имѣютъ круглое сѣченіе и обдѣлываются на токарномъ станкѣ. Если желательнo спроектировать насосъ рационально, т. е. такъ, чтобы при подъемѣ и опусканіи поршня надо было бы прилагать одинаковую силу, то объемъ штанги съ поршнемъ долженъ быть не вполнѣ точно равенъ половинѣ объема стакана, какъ это видно изъ слѣдующаго. Пусть h высота всасыванія и H высота нагнетанія воды, D пусть означаетъ діаметръ стакана, а d — діаметръ штанги, включая и объемъ поршня; тогда при подъемѣ поршня на штангу дѣйствуетъ сила $P = \frac{D^2\pi}{4} h + \left(\frac{D^2-d^2}{4}\right) \pi \cdot H$, при опусканіи же сила: $P_1 = \frac{d^2\pi}{4} \cdot H$, причемъ здѣсь не приняты во вниманіе различныя сопротивленія движенію поршня и воды и т. д. Если должно имѣть мѣсто вышесказанное условіе, то $P = P_1$, откуда $\frac{d}{D} = \frac{\sqrt{H+h}}{\sqrt{2H}}$.

На фиг. 9 и 10, табл. I, изображенъ ручной насосъ, употребляющійся на верхне-шлезвигской жел. дорогѣ. Къ чугунной плитѣ f прикрѣплены двѣ чугунныя же станины b , которыя въ верхней своей части поддерживаютъ валъ w , снабженный двумя маховыми колесами и ручками. Съ валомъ соединенъ шатунъ l , который своимъ другимъ вилкообразнымъ концомъ обхватываетъ ныряло p . Къ плитѣ f снизу прикрѣпленъ стаканъ насоса t , съ находящимися сбоку его всасывающимъ и нагнетательнымъ клапанами. Для направленія движенія верхняго конца поршневого штока устроено между обоими вертикальными ребрами особое направляющее кольцо. Діаметръ поршня 0,105 м., при ходѣ его въ 0,209 м. Для среднихъ высотъ подъема воды этотъ насосъ приводится въ дѣйствіе при непрерывномъ нака-

чиваніи четырьмя рабочими, изъ которыхъ одновременно работаютъ двое *).

§ 20. Насосы съ вѣтрянымъ двигателемъ. Доставляемая вѣтрянымъ двигателемъ работа выражается обыкновенно такъ:

$$A = 0,03 \cdot F V^3,$$

гдѣ F поверхность крыльевъ въ квадр. метр., V —скорость вѣтра въ метрахъ и A работа двигателя въ килограммо-метрахъ.

Вѣтряной двигатель можетъ быть примѣненъ, вообще говоря, только на тѣхъ станціяхъ, гдѣ потребное количество воды можетъ быть доставлено также и ручною помпою въ случаѣ тихой погоды. Такіе безвѣтряные дни составляютъ отъ $\frac{1}{6}$ до $\frac{1}{10}$ полного ихъ количества для вѣтряныхъ двигателей работающихъ на ганнверскихъ дорогахъ. Подобные двигатели должны быть устроены такъ, чтобы, кромѣ еженедѣльной смазки, они могли оставаться безъ всякаго надзора, потому что не было бы никакой выгоды приставлять челоуѣка для надзора за ними, такъ какъ этотъ челоуѣкъ могъ бы работать и ручною помпою. Поэтому вѣтряные двигатели должны удовлетворять слѣдующимъ условіямъ: 1) они должны сами становиться противъ вѣтра; 2) они должны при самыхъ сильныхъ вѣтрахъ не превосходить извѣстной максимальной скорости вращенія, даже не регулируемые отъ руки; 3) они должны сами останавливаться при наполненныхъ бакахъ, при пониженіи же уровня воды сами приходиться въ движеніе.

Подобное устройство водоснабженія, примѣненное на станціи Леер вестфальской правительственной желѣзной дороги, показано на фиг. 3 и 11, табл. I. Чтобы удовлетворить первому условію, верхняя часть колонны, на которой расположенъ вѣтряной двигатель, можетъ поворачиваться на четырехъ роликахъ o , и помощью руля f , расположеннаго сзади, ставится всегда въ такое положеніе, что полый валъ двигателя c параллеленъ направленію вѣтра; при этомъ вращающаяся часть колонны уравнивается рулемъ и крыльями. Внутри вала c можетъ двигаться вдоль оси его стержень t , имѣющій на своемъ переднемъ концѣ чугунную крестовину, которая соединена помощью не-

*) По Техническимъ Условіямъ сооруженія нѣкоторыхъ русскихъ жел. дорогъ магистральнаго типа постановка ручныхъ насосовъ для водоснабженія не допускается.

большихъ тяжей $ж$ съ крыльями; крылья могутъ вращаться вокругъ такъ называемыхъ маховъ $и$ и, значить, помощью стержня t могутъ быть поставлены въ любое положеніе. Движущая сила вѣтра передается съ вала с помощью зубчатыхъ коническихъ колесъ на полый чугунный вертикальный валъ $ш$. Этотъ же валъ соединяется на своемъ нижнемъ концѣ съ вертикальнымъ желѣзнымъ валомъ $у$ помощью вилки $г$. На нижнемъ концѣ вала $у$ находится вторая пара коническихъ колесъ, передающая вращеніе валу насоса.

Установка крыльевъ дѣлается помощью стержня t ; противовѣсъ $г$, находящійся сзади и связанный со стержнемъ t , дѣйствуетъ какъ разъ такъ, что крылья устанавливаются въ наиболѣе благопріятномъ направленіи относительно вѣтра. Чтобы привести ихъ въ иное положеніе, нужно передвинуть внизъ тяжъ $и$, находящійся въ поломъ вертикальномъ валѣ. При этомъ, помощью подвѣсокъ $л$, обхватывающихъ горизонтальный валъ двигателя, дѣйствіе передается на рычагъ $р$ и соединенный съ нимъ колѣнчатый рычагъ $г$. Вертикальное плечо этого послѣдняго обдѣлано по эвольвентѣ въ томъ мѣстѣ, гдѣ оно соприкасается со стержнемъ t , чтобы давленіе всегда было направлено по направленію этого стержня. Такимъ образомъ при перемѣщеніи тяжа $и$ внизъ, стержень t передвигается впередъ, обратное же движеніе этого стержня совершается помощью противовѣса $г$. Помощью особаго приспособленія, помѣщенного у вилкообразной части желѣзнаго вала, тяжъ $и$ находится въ соединеніи съ рычагомъ $б$. Рычагъ $б$ соединенъ помощью кольца съ неравноплечимъ рычагомъ $д$, на другомъ концѣ котораго находятся два поплавка. Одинъ поплавокъ находится въ маленькомъ резервуарѣ, въ который открывается напорная труба насоса; этотъ резервуаръ имѣетъ внизу отверстіе, открывающееся въ большой резервуаръ, причемъ діаметръ этого отверстія рассчитанъ на пропускъ извѣстнаго количества воды, соответствующаго опредѣленному числу оборотовъ вала насоса и двигателя. Если вѣтряной двигатель вращается быстрѣе и насосъ доставляетъ болѣе воды, чѣмъ можетъ пропустить отверстіе, то поплавокъ въ маленькомъ резервуарѣ поднимается, передвигаетъ рычагъ $д$ и устанавливаетъ крылья двигателя подъ болѣе острымъ угломъ, благодаря чему двигатель начинаетъ вращаться медлѣннѣе. Подобнымъ же образомъ второй поплавокъ, находящійся въ большомъ резервуарѣ подъ первымъ, приходитъ въ дѣйствіе, когда вода

изъ резервуара вытекаетъ въ тендеръ. Оба поплавка настолько тяжелы, что, когда въ маломъ резервуарѣ нѣтъ воды, а большой еще не наполненъ, то противовѣсъ Q поднимается вверхъ; одновременно съ этимъ и стержень t передвигается назадъ противовѣсомъ q , и крылья устанавливаются наивыгоднѣйшимъ образомъ.

На линіи Рейнъ — Эмденъ вестфальскихъ дорогъ и Бременъ — Гестемюнде ганноверскихъ правительственныхъ желѣзныхъ дорогъ подобные вѣтряные двигатели примѣнены на многихъ станціяхъ. Насосы, которые они приводятъ въ дѣйствіе, устроены вродѣ представленнаго на фиг. 8 табл. I. Эти двигатели удовлетворяли до сихъ поръ всѣмъ требованіямъ. Кромѣ смазки они не требовали никакого ухода. При достаточномъ вѣтрѣ баки всегда были наполнены, такъ что двигатели не работали, и приходили только въ дѣйствіе, когда паровозы набирали воду.

На нѣкоторыхъ станціяхъ ганноверскихъ дорогъ остались кромѣ того еще нѣкоторые двигатели болѣе старой конструкціи.

Вѣтряные двигатели системы Halladay (табл. III) располагаются или на самомъ водоемномъ зданіи надъ баками, или же для нихъ устраиваютъ особый высокій помостъ надъ колодцемъ. Насосъ въ этомъ случаѣ слѣдуетъ располагать надъ самимъ колодцемъ. Подобное устройство имѣется между прочимъ на станціи Etgersleben дороги Strassfurt — Blumenberg и дѣйствуетъ тамъ уже много лѣтъ. Вѣтряное колесо, расположенное надъ бакомъ, имѣетъ діаметръ 4,9 м. и само устанавливается по вѣтру благодаря рулю.

При помощи особаго центробѣжнаго механизма крылья сами собою складываются при сильномъ вѣтрѣ. Это регулированіе совершается слѣдующимъ образомъ: при вращеніи вала W вѣтряного колеса (фиг. 1, табл. III) грузъ Q стремится болѣе или менѣе удалиться отъ вала въ зависимости отъ величины угловой скорости колеса, въ направленіи указанномъ стрѣлкою. При этомъ грузъ Q поворачиваетъ помощью рычага K крыло F . Крылья F могутъ вращаться до тѣхъ поръ, покуда они не станутъ въ положеніе параллельное оси вала W . Грузъ Q , удаляясь отъ оси вала, передвигаетъ въ то же время помощью колѣнчатого рычага H шайбу R ; эта шайба охватывается вилкой, устроенной на одномъ концѣ колѣнчатого рычага, который на другомъ своемъ концѣ несетъ грузъ G . Когда грузъ Q удаляется отъ оси вала, то шайба R движется въ такомъ направ-

леніи, что грузъ *G* подымается; при медленномъ же вращеніи вала *W* грузъ *G* снова ставитъ крылья въ вертикальное положеніе. Необходимо при этомъ замѣтить, что рычагъ съ грузомъ *G* вмѣстѣ съ поддерживающею его стойкою не принимаетъ участія во вращеніи вала *W*. Само вѣтряное колесо снабжено двумя системами крыльевъ (фиг. 2 и 3, таб. III). Внутри бака по оси его установлена вертикальная труба, въ которой проходитъ валъ изъ твердаго дерева, передающій насосу работу двигателя. Въ той же трубѣ проходитъ еще проволочная тяга, помощью которой можно поставить всѣ крылья колеса горизонтально, когда нужно прекратить работу двигателя. Когда бакъ наполненъ, то вода по сливной трубѣ течетъ въ особое ведро *E* (фиг. 1, таб. III). Ведро виситъ на концѣ рычага, соединеннаго вышеупомянутой проволочной тягой съ двигателемъ, и уравнивается противовѣсомъ. Когда ведро наполнено водою, то оно опускается и помощью проволочной тяги складываетъ крылья двигателя. Въ днѣ ведра суртоена маленькая отводная трубка, по которой вода мало-по-малу вытекаетъ изъ ведра. Когда ведро опорожнится, то оно снова поднимается, а затѣмъ и двигатель приходитъ въ дѣйствіе. Конечно, благодаря присутствію въ ведрѣ отводной трубки, часть воды теряется бесполезно; но зато этимъ же достигается то, что при наполненныхъ бакахъ крылья двигателя сами собой складываются, и онъ останавливается. (Относительно вѣтряныхъ колесъ Halladay'a см. также Uhland: „Practischer Maschinenkonstructeur“. 1885, стр. 9) *).

§ 21. Водоснабженіе съ примѣненіемъ силы пара. — Если по величинѣ станціи слѣдуетъ примѣнить паровой насосъ, то приходится дѣлать выборъ между постоянной машиной и локомотивомъ. Постоянная машина, требующая большихъ первоначальныхъ затратъ и устройства отдѣльнаго котла, примѣняется вообще на значительныхъ станціяхъ. Проще всего ее соединять прямо съ насосомъ, каковое расположеніе много уменьшаетъ вредныя сопротивленія; однако это не всегда выгодно, такъ какъ при этомъ скорости поршней насоса и машины по необходимости должны быть одинаковы.

Изъ типовъ котловъ для постоянныхъ машинъ наиболѣе удобнымъ

*) Въ Россіи вѣтряные двигатели для станціоннаго водоснабженія примѣнялись между прочимъ, на Московско-Вологодской линіи и на Юго-Западныхъ жел. дор.

въ данномъ случаѣ является обыкновенный цилиндрическій котель съ наружною топкою и съ обратнымъ ходомъ для продуктовъ горѣнія вдоль наружныхъ стѣнокъ. Объемъ котла долженъ быть по возможности великъ, а топка и зольникъ устроены такъ, чтобы во время бездѣйствія котла можно было бы заперать всѣ отверстія. При этомъ котель лучше сохраняетъ свое тепло и давленіе пара, благодаря чему достигается значительная экономія во времени и въ топливѣ. Локобомбили представляютъ то преимущество, что ихъ легче устанавливать; они требуютъ мало мѣста и являются вполне умѣстными для маловажныхъ станцій. Передача силы къ насосу дѣлается помощью ремня или зубчатыхъ колесъ; слѣдуетъ предпочитать послѣднее.

Если паровой насосъ доставляетъ воду въ трубопроводъ значительной длины, то надо предварительно сдѣлать подробный расчетъ ежегодныхъ издержекъ при различныхъ діаметрахъ трубъ и соответственно большей или меньшей работѣ машины. Это слѣдуетъ всегда имѣть въ виду, ибо благодаря точному расчету въ этомъ отношеніи часто можетъ быть достигнута большая экономія.

Устройство парового насоса, примѣненнаго на различныхъ станціяхъ верхнешлезвигской жел. дор., показано на фиг. 12 табл. I. Паровая машина вмѣстѣ съ насосомъ покоится на чугунномъ фундаментѣ *f*, длиною 2,5 м. Паровой цилиндръ *c* имѣетъ діаметръ 0,222 м., при ходѣ поршня 0,314 м.; поршневой штокъ *t* имѣетъ кулакъ *o*, къ которому съ обѣихъ сторонъ прикрѣплены шатуны, вращающіе валъ маховаго колеса. На этомъ валу посаженъ также и эксцентрикъ *e*, приводящій въ движеніе золотникъ. Паровой поршень соединенъ непосредственно съ поршнемъ насоса *k*. Діаметръ поршня насоса 0,144 м. Всасывающій и нагнетательный клапана *v*, устроенные въ видѣ подъемныхъ клапановъ, находятся въ чугунной коробкѣ *g*, легко доступной. Ввиду возможной неплотности этихъ клапановъ устроенъ для большей увѣренности еще третій клапанъ *s*, къ которому доступъ открывается крышкою *d*. Среднее число оборотовъ вала въ минуту 35, причемъ поднимается 0,35—0,37 куб. метр. воды. Діаметръ всасывающихъ и нагнетательныхъ трубъ 0,118 м. Паровыхъ котловъ два, діаметромъ 0,8 м. и длиною 4,08 м.; они имѣютъ наружныя топки и наклонены нѣсколько назадъ. Кромѣ того, на случай надобности поставлена и ручная помпа; ея устрой-

ство совершенно схоже съ устройствомъ помпы, представленной на фиг. 9 и 10 табл. I.

Станціи Sorau и Liegnitz нижнешлезвигской жел. дороги снабжены паровыми насосами слѣдующаго устройства. Котель состоитъ изъ цилиндра діаметромъ 1,255 м. Въ немъ находится труба, внутреннимъ діаметромъ 0,549 м., въ которой помѣщены колосники. Эта труба выступаетъ на 0,445 м. наружу за переднюю лобовую стѣнку котла. Съ обѣихъ сторонъ этой жаровой трубы находятся въ котлѣ еще 34 дымогарныхъ трубокъ изъ сварочнаго желѣза наружнымъ діаметромъ 0,059 м. Продукты горѣнія съ колосниковъ черезъ порогъ поступаютъ въ первую дымовую коробку, затѣмъ проходятъ обратно черезъ 34 дымогарныя трубки во вторую дымовую коробку въ переднемъ концѣ котла, а оттуда по вертикальному каналу идутъ въ дымовую трубу. Полная поверхность нагрѣва достигаетъ въ этомъ котлѣ 10,933 кв. метр. Поршень парового цилиндра дѣлаетъ въ минуту 50 двойныхъ ходовъ; діаметръ его 0,196 м., а ходъ 0,392 м. При максимальномъ давленіи въ 4 атмосферы, машина развиваетъ четыре лошадиныхъ силы. Расширеніе переменное, благодаря примѣненію стефенсоновской кулисы; эта кулисса управляется регуляторомъ Уатта. Нагнетательная труба насоса, подающая воду въ котель, проходитъ частью въ пароотводной трубѣ, для предварительнаго нагрѣванія питательной воды. Соединеніе вала машины, на которой насажено маховое колесо, съ валомъ насоса сдѣлано помощью фрикціоннаго соединенія.

Помпа имѣетъ слѣдующее устройство, уже давно примѣняемое успѣшно на нижнешлезвигской дорогѣ. Она состоитъ изъ двухъ цилиндровъ *r*, *r* (см. фиг. 13, табл. I), причемъ нижній конецъ одного цилиндра сообщается съ верхнимъ концомъ другого помощью короткаго горизонтальнаго канала *s*. Въ каждомъ цилиндрѣ движется поршень *Letestu*, причемъ, когда одинъ поршень подымается, то другой опускается и наоборотъ. Когда поршень верхняго цилиндра движется вверхъ, то онъ поднимаетъ столбъ воды, причемъ поршень нижняго цилиндра служитъ всасывающимъ клапаномъ. При обратномъ направленіи движенія столбъ воды поднимается поршнемъ нижняго цилиндра. Такимъ образомъ получается непрерывный токъ воды. Чтобы вода не вытекала изъ насоса при небольшихъ неплотностяхъ поршней, въ нижнемъ концѣ всасывающей трубы помѣщенъ еще кла-

пань, подъ которымъ прикрѣплена желѣзная пластинка, чтобы предупредить всасываніе песка. Діаметръ поршней 0,141 м., ходъ — 0,236 м. Полная высота подъема воды въ Sogaи 14,75 м., въ Liegnitz'ѣ 13,5 м. Доставляемое количество воды въ часъ около 20 куб. метр., причемъ насосъ дѣлаетъ 50 ходовъ въ минуту. Для удовлетворенія потребности въ водѣ машина должна работать въ Sogaи 7—8 часовъ въ сутки, а въ Liegnitz'ѣ 8—10 час.; обѣ машины работаютъ съ перерывами, такъ какъ притокъ воды въ колодцы недостаточенъ для непрерывнаго выкачиванія. Расходъ топлива въ часъ (включая и растопку), или на 20 куб. метр. воды достигаетъ 20—22 клгр. каменноугольнаго мусора.

Необходимо замѣтить, что обѣ машины значительно сильнѣе, чѣмъ того требуютъ насосы, такъ какъ онѣ одновременно доставляютъ энергію и для другихъ цѣлей.

Простое устройство имѣетъ паровой насосъ на станціи Висбаденъ дороги Taunusbahn. Онъ похожъ по устройству на паровые насосы, устраивавшіеся раньше на паровозахъ, весь сдѣланъ изъ чугуна и имѣетъ всѣ части, въ особенности клапаны, легко доступныя. Вертикальный котель, діаметромъ 0,75 м. и высотой 1,6 м., имѣетъ внутреннюю топку высотой 0,9 м., шириною внизу 0,65 м., поверху 0,5 м., съ порогомъ, обдѣланнымъ кладкою. Пламя охватываетъ не только всю внутреннюю поверхность топки, но и часть внѣшней поверхности котла, благодаря чему при простой конструкціи котла получается сравнительно большая и хорошая поверхность нагрѣва. Чтобы предупредить отдѣленіе котла отъ кладки дымовой трубы, котель поверху охваченъ желѣзной полосой, задѣланной концами въ кладку (см. Organ f. Eisenbahnwesen 1865, p. 63). Эта машина съ насосомъ и котломъ стоитъ 480 рублей. До сихъ поръ она вполнѣ удовлетворяла незначительному потребленію воды на ст. Висбаденъ и потребляла всего 30 — 40 килогр. обыкновеннаго каменнаго угля въ день; при этомъ помощью того же котла подогревалась и вода въ ножныхъ грѣлкахъ, которыя ставятся въ холодное время года въ пассажирскихъ вагонахъ перваго и втораго класса. Отработавшій паръ машины служить для подогреванія воды въ бакѣ.

Насосъ болѣе новаго устройства, употребляемый въ Bromberg'скомъ желѣзнодорожномъ округѣ, представленъ на фиг. 21, 22, 28, табл. II. Паровая машина и насосъ стоятъ рядомъ на одномъ чугунномъ фун-

даментъ между двумя чугунными ребрами; передача сдѣлана помощью пары зубчатыхъ колесъ. Паровая машина имѣетъ діаметръ цилиндра 130 мм. и ходъ поршня въ 250 мм. Шатунъ машины дѣйствуетъ на кривошипъ вала, на которомъ насажено одно изъ зубчатыхъ колесъ. Это колесо сдѣлано съ другимъ зубчатымъ колесомъ, имѣющимъ діаметръ въ 5 разъ больше и насаженнымъ на валъ насоса. Насосъ двойного дѣйствія, діаметръ цилиндра его 160 мм., а ходъ поршня 320 мм. Въ послѣднее время поршни снабжаютъ большею частью двумя кожаными кольцами для непроницаемости. Цилиндръ насоса можетъ лежать относительно цилиндра паровой машины вправо или влѣво.

Насосъ для подъема воды въ баки съ приводомъ отъ локомотива, какъ это устроено на станціи Eisleben, представленъ на фиг. 14 и 15, таблица I. Надъ колодеземъ, окруженнымъ поверху чугуннымъ кольцомъ, расположены двѣ чугунныя балки. Съ одной стороны на этихъ балкахъ поставленъ вертикальный локомотивъ и укрѣпленъ валъ насосовъ, съ зубчатой передачей отъ локомотива. Насосы расположены надъ самою поверхностью воды на балкахъ *b* и имѣютъ поршни *Letestu*. Общая всасывающая труба насосовъ оканчивается коробкою *g* съ клапаномъ. Нагнетательныя трубы соединяются между собою въ воздушномъ колпакѣ *w*, расположенномъ на тавровой балкѣ; отсюда уже вода отводится далѣе въ баки по общей трубѣ. Въ *h* отъ этой трубы отдѣляется газовая труба *r*, снабженная запорнымъ краномъ; она служитъ для наполненія ящика *s* (фиг. 15), откуда берется вода для питанія локомотивнаго котла. Поршневые штанги сдѣланы изъ $\frac{7}{8}$ " круглаго желѣза и направляются въ своемъ движеніи подушками *o* изъ грабоваго дерева, прикрѣпленными къ балкамъ *w*. Колодезь и ящикъ *s* для питательной воды покрыты гофрированнымъ желѣзомъ. Глубина колодца до дна достигаетъ 19,8 м.; глубина воды передъ установкой насоса была 11 м. Послѣ же установки глубина уменьшилась настолько, что теперь достигаетъ всего 4,7 м., при откачиваніи же доходить до 0,95 м. Средняя высота подъема воды 31,38 м., считая отъ средняго положенія горизонта воды въ колодезѣ до середины высоты баковъ. Діаметръ насосовъ 0,157 м., величина хода поршней 0,392 м.; число ходовъ въ минуту 16, причемъ въ это же время локомотивъ дѣлаетъ 120 оборотовъ. При такихъ условіяхъ и при коэффициентѣ полезнаго дѣйствія насосовъ въ 0,9 дѣйствительно

выкачиваемое количество воды достигает 0,24 куб. метр. При первом двухчасовом испытании было поднято 37 куб. метр. воды, или 0,309 куб. метр. въ 1 минуту на высоту 31,385 м., причемъ вода должна была еще пройти предварительно по трубѣ длиною 690 метр. и діаметръ 0,157 м. При этомъ насосы дѣлали около 20, машина же около 150 обор., давленіе въ котлѣ доходило до 25—40 кл. Все это устройство стоило въ Eisleben'ѣ не считая установки franco около 2.000 рублей *).

§ 22. Инжекторы и пульзометры. Въ послѣднее время стали часто предлагать для подъема воды различнаго рода паровые насосы безъ поршня (инжекторы, пульзометры и т. д.).

Въ то время какъ для обыкновенныхъ насосовъ съ поршнемъ, приводимыхъ въ дѣйствіе паровою машиною, требуется особый котелъ, при инжекторахъ, пульзометрахъ и т. п. паровыхъ приспособленіяхъ для подъема воды, часто особаго котла и не устраиваютъ, потребный же для работы паръ берутъ прямо изъ паровознаго котла.

Сначала примѣняли инжекторы довольно часто, теперь же ихъ больше не примѣняютъ, такъ какъ они расходуютъ слишкомъ много пара. Напримѣръ, въ Аахенѣ сдѣлана была попытка примѣнить инжекторъ Giffard'a для подъема воды въ баки; попытка эта оказалась однако неудачною, такъ какъ расходы на подъемъ суточного количества воды въ 114 куб. метр. на высоту около 15,7 м., которые раньше равнялись 4 р. 79 к. при употребленіи парового насоса, стали доходить до 7 р. 7 к. при примѣненіи инжектора.

Вообще примѣненіе инжектора для ж.-д. водоснабженія не можетъ быть рекомендовано, такъ какъ теплота, сообщенная паромъ водѣ, не можетъ быть затѣмъ въ достаточной мѣрѣ утилизирована.

Напротивъ того, пульзометры употребляются теперь часто на станціяхъ, гдѣ есть баки. Паръ для приведенія ихъ въ дѣйствіе берется или изъ паровознаго котла, или для этого устанавливается на станціи особый котелъ. Послѣднее устройство является необходимымъ, когда колодезь даетъ по временамъ лишь незначительное количество воды.

На фиг. 20 и 21, табл. I, представленъ пульзометръ бр. Кер-

*) Разсчетныя и другія данныя относительно насосовъ различныхъ системъ имѣются въ сочиненіи Hartmann'a: «Die Pumpen». 1889. Berlin.

тингъ въ Ганноверѣ, часто употребляемый на станціяхъ. Пульзометръ этотъ состоитъ изъ двухъ чугунныхъ грушевидныхъ сѣуживающихся кверху и соединяющихся тамъ другъ съ другомъ. Въ мѣстѣ ихъ соединенія находится пластинчатый клапанъ, который можетъ закрывать или открывать входъ въ ту или другую камеру. Нижняя часть каждой камеры снабжена всасывающимъ клапаномъ и оканчивается въ общей всасывающей трубѣ *S*. Надъ всасывающимъ клапаномъ камера имѣетъ двѣ полости: въ одной помѣщается нагнетательный клапанъ, а другая ведетъ къ паропроводной трубѣ. При каждой камерѣ имѣется въ верхней ея части воздушный клапанъ *V*, а въ нижней части — инжекціонная труба, идущая отъ напорной камеры и служащая для вбрызгиванія холодной воды. Паръ входитъ черезъ кранъ *D*, проходитъ въ одну изъ камеръ вдоль пластинчатого клапана *Z* (причемъ другая камера прикрыта въ это время тѣмъ же клапаномъ) и давить на находящуюся тамъ воду, причемъ она нагнетается черезъ напорный клапанъ въ трубу *R*. Когда уровень воды понижается такимъ образомъ до нижняго края камеры, паръ сразу приходитъ въ соприкосновеніе съ большою поверхностью воды и частью конденсируется; при этомъ происходитъ нѣкоторое пониженіе давленія и вода вбрызгивается въ камеру по инжекціонной трубѣ, производя быструю конденсацію пара; при этомъ давленіе понижается настолько, что вода всасывается по трубѣ *S* и снова наполняетъ камеру. Въ моментъ пониженія давленія пластинчатый клапанъ закрываетъ входъ пару въ камеру и открываетъ ему доступъ въ другую камеру, гдѣ происходитъ тоже самое.

Въ болѣе новое время бр. Кертингъ стали изготовлять для водоснабженія станцій такъ называемые аквапульты, въ которыхъ устранены нѣкоторые недостатки пульзометровъ, какъ, напр., неизбежное быстрое изнашиваніе распредѣлительнаго (пластинчатого) клапана, неравномѣрное иногда наполненіе камеръ, и значительное уменьшеніе работоспособности при большихъ напорахъ. На фиг. 24, табл. I представленъ аквапультъ. Распредѣлительный клапанъ состоитъ изъ цилиндра *C*, который въ періодъ нагнетанія воды изъ камеры въ напорную трубу оттѣсняется вверхъ и такимъ образомъ открываетъ доступъ пару въ камеру чрезъ трубу *R*. Въ то же время нѣкоторое количество пара проходитъ, черезъ небольшое отверстіе, надъ самымъ клапаномъ, благодаря чему онъ разгружается. Въ концѣ періода нагне-

танія вода вбрызгивается по инъекціонной трубѣ *I* и уменьшаетъ давленіе въ камерѣ; тогда распредѣлительный клапанъ падаетъ и прекращаетъ доступъ пару въ камеру.

Вбрызгиваніе воды производитъ быстро такое пониженіе давленія въ камерѣ, что она снова наполняется водою изъ всасывающей трубы. Вода для вбрызгиванія берется изъ коробки *W*, въ которую она входитъ въ періодъ нагнетанія. Коробка вверху имѣетъ воздушный клапанъ *A*. Высота подъема распредѣлительнаго клапана регулируется особымъ винтовымъ нажимомъ съ продольными пазами, который удерживается на мѣстѣ пружиною, входящею въ одинъ изъ пазовъ. *S* — всасывающая труба, *D* — нагнетательная, *B* — отверстие для наполненія водою, *E* — для опорожненія прибора. *K* и *K*, — крышки, открывающія доступъ къ клапанамъ *).

§ 23. Стоимость подъема 1 куб. фута воды помощью различныхъ двигателей. При водоснабженіи съ естественнымъ напоромъ (притокъ воды самотекомъ) расходы большею частью весьма незначительны. Такъ для обѣихъ вышеописанныхъ станцій (Goslar и Dransfeld) они достигаютъ только 0,014 к. на 1 куб. фут. или 0,49 к. на 1 куб. метръ, включая сюда проценты и погашеніе капитала и расхода на поддержаніе установки.

При установкахъ съ ручными насосами на ганноверскихъ дорогахъ расходы колебались въ предѣлахъ 0,11—0,33 коп. на 1 куб. ф. или 3,95 — 11,87 коп. на 1 куб. м. въ зависимости отъ высоты подъема воды. Въ одномъ очень неблагопріятномъ случаѣ они доходили даже до 15,8 коп. за 1 куб. м. Въ общемъ можно сказать, что при поденной платѣ рабочему въ 55 коп. и при средней высотѣ подъема воды въ 10 м., одинъ куб. футъ обходится около 0,22 коп. или одинъ куб. м. 7,9 коп.

При вѣтряныхъ двигателяхъ средній расходъ опредѣляется въ 0,11 коп. на 1 куб. ф. или 4 коп. на 1 куб. м., причемъ здѣсь тоже приняты во вниманіе проценты и погашеніе основного капитала, ремонтъ и смазка, равно какъ и расходъ на ручное накачиваніе

*) Теоретическія указанія, а также перечисленіе различныхъ примѣняемыхъ за послѣднее время типовъ инжекторовъ и эжекторовъ имѣются въ соч. горнаго инж. *М. Митте*: «Пароструйные насосы» (инжекторы и эжекторы).

воды въ то время, когда сила вѣтра недостаточна или когда двигатель ремонтируется.

При двигателѣ паровомъ расходъ можно считать въ 0,12 коп. на 1 куб. ф. (4,35 коп. на 1 куб. м.) при средней высотѣ подъема въ 11,3 м., считая тутъ же погашеніе капитала, ремонтъ, надзоръ, отопленіе и смазку. Топливо обходится дешево, потому что на него большею частью употребляютъ угольную мелочь, получаемую съ золъ-никовъ паровозовъ выборкою или просѣиваніемъ. Незначительность разницы въ расходѣ на 1 куб. ф. по сравненію съ вѣтрянымъ двигателемъ легко объясняется тѣмъ, что на станціяхъ, гдѣ поставлены паровые насосы, потребляются значительно большія количества воды, а потому и расходъ на единицу количества выходитъ сравнительно меньше, такъ какъ общіе расходы дробятся больше. Въ Аахенѣ при высотѣ подъема въ 15,7 м. расходы опредѣляются въ 0,12 коп. на 1 куб. ф. или въ 4,11 коп. на 1 куб. м. Подъемъ воды производится паровой машиной. Въ Варшавѣ (старое водоснабженіе) вода накачивалась паровымъ насосомъ и издержки достигали 0,21 коп. на 1 куб. ф. или 7,7 коп. на 1 куб. м. (проценты на затраченный капиталъ сюда не присчитаны).

Г Л А В А V.

Водоемныя устройства.

СОДЕРЖАНІЕ: § 24. О водоемныхъ зданіяхъ.—§ 25. О бакахъ вообще.—§ 26. Различные конструкціи баковъ.—§ 27. Соединительныя трубы между баками.—§ 28. Предохранительные приборы противъ переполненія баковъ.—§ 29. Подогрѣваніе воды.

§ 24. О водоемныхъ зданіяхъ *).—На тѣхъ станціяхъ, на которыхъ происходитъ смѣна паровозовъ, водоемныя зданія, служащія для снабженія паровозовъ водою, располагаются обыкновенно возлѣ депо. Въ этомъ случаѣ, кромѣ зданій, необходимыхъ для самого водоснабженія, тутъ же имѣются помѣщенія для машинистовъ, кочегаровъ, чистильщиковъ, а также складъ, жилые дома и т. д.

Въ зданіяхъ, предназначенныхъ для водоснабженія, должно быть помѣщеніе для насосовъ и подогрѣвателя, для запаснаго кокса или

*) I. Rasch—Die Eisenbahn—Hochbauten. Leipzig. 1873.

угля, а также помѣщеніе для баковъ. Если водоемное зданіе находится въ концѣ станціи, гдѣ необходимъ сторожъ при входной стрѣлкѣ, переѣздѣ или при какомъ-либо сигналь, то считается цѣлесообразнымъ соединить помѣщеніе этого сторожа съ водоемнымъ зданіемъ. Тѣ водоемныя зданія, изъ которыхъ вода берется непосредственно въ паровозы, располагаются возможно ближе къ путямъ и имѣютъ стѣнные поворотные краны, помощью которыхъ вода и отводится въ тендеръ.

При опредѣленіи высоты расположенія баковъ въ зданіи необходимо принять во вниманіе потерю напора въ трубахъ, ведущихъ къ кранамъ, и при расчетѣ этихъ трубъ пользоваться извѣстными формулами. По постановленіямъ для ганноверскихъ дорогъ выпускное отверстіе крана должно находиться въ предѣлахъ 3,14—3,76 м. надъ головкою рельса.

Устройство баковъ описано ниже; здѣсь замѣтимъ только что форма и размѣры ихъ зависятъ отъ избраннаго матеріала: желѣзные баки дѣлаются цилиндрическими или съ закругленными ребрами, чугунные же изъ отдѣльныхъ плитъ и съ острыми ребрами. Желѣзные баки предпочитаютъ обыкновенно чугуннымъ благодаря меньшему вѣсу и лучшей водонепроницаемости; однако, чугунные баки не такъ скоро разрушаются ржавчиной, какъ желѣзные. Такъ какъ ремонтъ баковъ неизбеженъ, то удобнѣе ставить въ одномъ водоемномъ зданіи два или три бака, соединенныхъ вмѣстѣ, чтобы можно было выключать одинъ изъ нихъ, не нарушая пользованія водой. Однако въ смыслѣ издержекъ невыгодно ставить много баковъ малаго объема, если есть мѣсто для установки баковъ большаго размѣра.

На фиг. 1 и 2 табл. I изображено водоподъемное (вмѣстѣ съ водоемнымъ) зданіе на ст. Лееръ, расположенное у самого главнаго пути; оно заключаетъ въ 1-мъ этажѣ небольшое помѣщеніе для кокса и разгрузочную платформу, помѣщеніе для насоса и пристройку для путевого сторожа, во второмъ же этажѣ — помѣщеніе для баковъ.

Относительно фасада, изображеннаго на фиг. 3, надо замѣтить, что въ болѣе новыхъ зданіяхъ стараются дѣлать отверстія въ одной изъ наружныхъ стѣнъ второго этажа такой величины, чтобы черезъ нихъ можно было поставить на мѣсто баки уже вполне собранными.

Резервуары значительной величины обдѣлываютъ часто съ боковъ и сверху только деревомъ (фиг. 4 и 5 табл. I) или даже оставляютъ совсѣмъ открытыми.

Зданія слѣдуетъ дѣлать изъ кирпича; для поддержанія баковъ употребляются желѣзныя балки, для покрытія же нижележащихъ помѣщеній и для удержанія сырости отъ баковъ располагается второй рядъ балокъ на разстояніи около 1 м. отъ перваго (чтобы подъ баками можно было работать) и плотно покрывается цинковыми листами. Верхнюю поверхность этого покрытія слѣдуетъ соединить съ какой-либо водосточной трубой. Крышу лучше всего дѣлать изъ шифера или изъ черепицы, а во избѣжаніе сырости слѣдуетъ позаботиться о хорошей вентиляціи. Устройство громоотвода въ подобныхъ зданіяхъ не такъ важно, какъ въ другихъ строеніяхъ, такъ какъ электричество, скопляющееся въ водѣ и желѣзѣ, всегда можетъ по трубопроводу уходить въ землю.

Водоемное зданіе, представленное на фиг. 15 табл. III, имѣетъ одинъ круглый бакъ, а представленное на фиг. 16 — два круглыхъ бака. Первое изъ этихъ водоемныхъ зданій снабжено ручнымъ насосомъ для подъема воды въ бакъ, а второе — паровымъ насосомъ. На фиг. 15 изображенъ также небольшой подогреватель. На фиг. 14, табл. III изображено водоемное зданіе, въ которомъ подъемъ воды производится пульзометромъ или аквапультомъ *A*. Вертикальный паровой котель *K* производитъ потребный для работы паръ, который отводится къ пульзометру паровой трубой *D*. Продукты горѣнія отводятся изъ котла помощью трубы, проходящей черезъ бакъ.

§ 25. О бакахъ вообще. — Какъ уже упоминалось ранѣе, баки должны быть расположены на извѣстной высотѣ для возможно быстраго наполненія тендера *), и кромѣ того для преодоленія сопротивленій въ трубопроводѣ, ведущемъ къ кранамъ; краны же часто бываютъ на весьма значительномъ разстояніи отъ водоемнаго зданія. Баки должны имѣть возможно простую конструкцію и поставлены такъ, чтобы ко всѣмъ частямъ ихъ былъ легкій доступъ для осмотра и починки. Кромѣ того верхніе края всѣхъ баковъ, сообщающихся

*) Для русскихъ дорогъ вообще установлено, что бы возвышеніе дна бака надъ уровнемъ рельсовъ было не менѣе 4-хъ саж.

между собой, должны лежать на одномъ уровнѣ надъ головкою рельса. Во избѣжаніе замерзанія воды должны быть приняты особыя мѣры въ видѣ ли покрытія баковъ, обертыванія ихъ или особыхъ подогревателей.

Главные факторы, опредѣляющіе величину баковъ, суть суточное потребленіе воды и число часовъ работы насосовъ. Изъ практики дознано, что періодическую работу насосовъ слѣдуетъ предпочитать непрерывной, такъ какъ при этомъ возможно произвести нѣкоторыя починки въ двигателѣ или въ насосѣ, не прерывая дѣятельности станціи; кромѣ того и притокъ воды въ колодцы не всегда позволяетъ производить непрерывное выкачиваніе.

Чтобы легче было поддерживать или ремонтировать баки, лучше имѣть ихъ нѣсколько; это позволяетъ также примѣнить для многихъ станцій одной дороги одинъ и тотъ же типъ баковъ. На это слѣдуетъ также обратить вниманіе при соединеніи съ трубопроводомъ. Далѣе слѣдуетъ выяснитъ, заслуживаютъ ли въ данномъ случаѣ предпочтенія желѣзные или чугунные баки. Для чугунныхъ баковъ наивыгоднѣйшая форма четырехугольная, для желѣзныхъ же — цилиндрическая съ сферическимъ дномъ. Относительно формы существующихъ желѣзныхъ баковъ необходимо замѣтить, что круглые обходятся много дешевле прямоугольныхъ. Напр., прямоугольный резервуаръ размѣромъ 8 м. $\times$ 4 м., высотой 1,1 м. и вмѣстимостью 35 куб. м. вѣситъ 6.000 нѣмецкихъ фунт., между тѣмъ какъ круглый резервуаръ діаметромъ 4 м. и высотой 3,5 м. вѣситъ не болѣе 3.600 фунт. при вмѣстимости въ 43 куб. м., а круглый резервуаръ діаметромъ 5 м. и высотой 4 м. и вмѣстимостью 78 куб. м. вѣситъ только 7.700 фунт.

Въ предположеніи, что станція должна имѣть по меньшей мѣрѣ два бака, расходы на первоначальное устройство желѣзныхъ и чугунныхъ баковъ при одинаковой вмѣстимости выходятъ почти одинаковыми; при этомъ надо однако имѣть въ виду, что при небольшихъ круглыхъ желѣзныхъ бакахъ поддерживающія части выходятъ болѣешихъ размѣровъ, чѣмъ при чугунныхъ.

Ремонтъ чугунныхъ баковъ обходится по крайней мѣрѣ не дороже ремонта желѣзныхъ, если только поддерживающія части вполне неподвижны, если чугунный трубопроводъ, прикрѣпленный къ бакамъ, устроенъ такъ, что его измѣненія длины не производятъ давленія на эти баки, и если, наконецъ, трубы вообще не подвержены никакимъ

ударамъ, такъ какъ въ противномъ случаѣ въ бакахъ могутъ появиться трещины. Окраска желѣзныхъ баковъ должна возобновляться чаще, чѣмъ чугунныхъ; зато при желѣзныхъ бакахъ приходится покрывать меньшую поверхность при томъ же объемѣ, благодаря цилиндрической формѣ. Въ поддерживающихъ частяхъ слѣдуетъ по возможности совершенно избѣгать дерева по причинѣ существующей здѣсь всегда сырости. Для чугунныхъ баковъ слѣдуетъ въ особенности устраивать солидную поддержку изъ желѣзныхъ балокъ, такъ какъ отъ этого много зависитъ продолжительность службы этихъ баковъ.

Желѣзные баки устраиваютъ цилиндрической формы съ сферическимъ дномъ. Высота дна дѣлается около $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{9}$ діаметра. Объемъ имъ придается большій, чѣмъ чугуннымъ бакамъ; клепка должна быть весьма тщательная, чтобы впослѣдствіи по возможности избѣгать исправленій въ швахъ. Емкость желѣзныхъ баковъ измѣняется въ широкихъ предѣлахъ. Баки четырехугольные дѣлаются обыкновенно емкостью не болѣе 50 куб. м., вмѣстимость же круглыхъ баковъ достигаетъ 150 куб. м. и болѣе *).

Баки дѣлаются также и изъ дерева, причемъ они бываютъ какъ круглые, такъ и четырехугольные. Въ Европѣ они встрѣчаются лишь на небольшихъ станціяхъ дорогъ второстепеннаго значенія; напротивъ того на американскихъ дорогахъ они примѣняются довольно часто.

Чугунные баки дѣлаются большею частью четырехугольной формы съ плоскимъ дномъ; они бываютъ обыкновенно отъ 3 до 4,5 м. длины, при ширинѣ и высотѣ отъ 1,5—2,5 м. Отдѣльныя плиты дѣлаются и соединяются другъ съ другомъ болтами. Кромѣ того, противолежащія плиты соединяются желѣзными тяжами.

Какъ желѣзные, такъ и чугунные баки подвергаются пробѣ послѣ установки на мѣсто и затѣмъ тщательно окрашиваются внутри и снаружи. Между отдѣльными баками устраиваются близъ дна соединительныя трубы. Кромѣ того, одинъ изъ сообщающихся между собой баковъ долженъ быть снабженъ поплавкомъ, который бы показывалъ уровень воды на какомъ-либо мѣстѣ хорошо видимомъ и легко доступномъ.

*) Въ Россіи наиболѣе приняты размѣры баковъ въ 4, 6 и 8 куб. саж. Согласно Техническимъ Условіямъ сооруженія нѣкоторыхъ новыхъ линій, общая вмѣстимость баковъ должна быть не менѣе 12-ти куб. саж. на станціяхъ съ паровозными депо; а на остальныхъ—не менѣе 6-ти куб. саж.

§ 27. Различныя конструкціи баковъ. На фиг. 1—3, табл. II представленъ чугунный бакъ наиболѣе употребительныхъ размѣровъ $1,883 \times 1,883 \times 3,139$ м. На фиг. 4—6, табл. II изображенъ желѣзный бакъ, установленный на ст. Oppeln верхне-шлезвигской жел. д.

Боковыя стѣнки его сдѣланы на весь протяженіи изъ листового желѣза толщиною 4,3 мм., дно же изъ желѣза толщиною 6,5 мм.; соединеніе стѣнокъ съ дномъ сдѣлано помощью уголка съ полками шириною 73,5 мм. Снаружи приклепанъ внизу также уголокъ, который помощью болтовъ соединенъ съ U-образнымъ желѣзомъ, служащимъ опорою баку.

Прямоугольный желѣзный бакъ можетъ быть охарактеризованъ слѣдующимъ примѣромъ; длина бака 5 м., ширина 3,2 м. и высота 2,5 м. Днище сдѣлано изъ листовъ, толщиною 10 мм. и усилено уголками черезъ 0,86 м. Стѣнки состоятъ изъ листовъ толщиною 8 мм. и на длинныхъ сторонахъ бака усилены тремя уголками и тремя поперечными связями, а на короткихъ сторонахъ — двумя уголками и двумя продольными связями.

На фиг. 7 и 8, табл. II изображенъ резервуаръ большихъ размѣровъ и хорошо устроенный, находящійся на одной изъ станцій французской юго-западной ж. д.; объемъ его 150 куб. м. Онъ состоитъ изъ отдѣльныхъ поясовъ разной толщины шириною 1,05 м. Толщина листовъ измѣняется сообразно давленію воды и опредѣляется по формулѣ $e = \frac{H \cdot D}{2R}$, гдѣ e —толщина листа, H —давленіе воды на единицу поверхности въ соотвѣтственномъ мѣстѣ, D — діаметръ резервуара и R — допускаемое напряженіе на растяженіе на квадратную единицу. Дно состоитъ изъ двухъ концентрическихъ колецъ съ толщиной еще большей, чѣмъ толщина нижняго кольца вертикальной стѣнки. Верхній край резервуара окаймленъ уголкомъ (фиг. 8, таб. II). Снаружи бака внизу также приклепанъ уголокъ, составляющій часть опоры (фиг. 8, таб. II). Толщина листовъ этого резервуара слѣдующая: дно—0,007 м.; первый поясъ—0,006 м.; второй—0,005 м.; третій—0,004 м.; четвертый—0,004 м.; пятый—0,003 м.

Другой примѣръ круглаго желѣзнаго резервуара представленъ на черт. 8, 9 и 10, таб. III. Діаметръ его 4,5 м., высота — 2,5 м., діаметръ шара днища — 5 м. Толщина листовъ стѣны 3 мм. и 5 мм., днища 6,5 мм.

Какъ сказано выше, деревянные баки встрѣчаются главнымъ образомъ на американскихъ дорогахъ, причемъ бываютъ круглые или прямоугольные. Прямоугольный деревянный бакъ представленъ на фиг. 12 и 13, табл. III; онъ имѣетъ 9,6 м. длины, 4,6 ширины и 2,6 м. высоты.

Круглые деревянные баки имѣютъ обыкновенно нѣсколько конической форму. Одинъ изъ подобныхъ баковъ изображенъ на фиг. 4, табл. III. Нижній діаметръ ихъ измѣняется отъ 3,5 м. до 7,5 м., при высотѣ отъ 2,5 м. до 3,5 м.

§ 27. Соединительныя трубы между баками. Если имѣется нѣсколько баковъ, то они соединяются другъ съ другомъ помощью трубъ, такъ что во всѣхъ нихъ вода стоитъ на одномъ уровнѣ. Эти соединительныя трубы располагаются или подъ баками, или же съ боковъ ихъ въ нижней части (фиг. 18, таб. III). Воду, накачиваемую въ баки насосомъ по нагнетательной трубѣ, лучше всего вводить въ верхней части баковъ. Трубу, отводящую воду изъ баковъ въ тендеръ, слѣдуетъ помѣщать возможно дальше отъ устья трубы, приводящей воду въ баки.

Такимъ образомъ, если вода входитъ въ бакъ № 1, затѣмъ изъ него попадаетъ въ бакъ № 2, потомъ въ бакъ № 3 и наконецъ въ № 4, то отводную трубу лучше всего соединить съ бакомъ № 4, такъ какъ при этомъ вода, проходя длинный путь въ бакахъ, оставляетъ тамъ нѣкоторую часть землистыхъ примѣсей. Соединительныя трубы надо располагать такъ, чтобы отдѣльные баки можно было выключать на случай ремонта, не нарушая работы станцій.

§ 28. Предохранительные приборы противъ переполненія баковъ. При бакахъ всегда долженъ находиться приборъ, показывающій уровень воды въ нихъ. Но легко можетъ случиться, что лицо, наблюдающее за уровнемъ воды въ бакахъ, не замѣтитъ, что баки уже полны и не прекратитъ работы насосовъ; въ этомъ случаѣ вода, переливающаяся черезъ края баковъ, можетъ причинить болѣе или менѣе значительныя поврежденія въ помѣщеніи подъ баками.

Для предотвращенія этого, устраивается особая сливная труба, благодаря которой переливаніе воды черезъ край не можетъ имѣть мѣста, такъ какъ устье этой трубы расположено ниже края баковъ; излишне накачанная вода отводится трубой въ такое мѣсто, гдѣ она

не можетъ причинить вреда или гдѣ переливаніе можетъ быть замѣчено надлежащими лицами. Подобная сливная труба представлена на фиг. 20, табл. III.

Если баки находятся далеко отъ помѣщенія съ насосами, то устраиваютъ особыя сигнальныя приспособленія, которыя извѣщаютъ наблюдающаго за насосами о положеніи воды въ бакахъ, такъ какъ въ противномъ случаѣ большое количество воды могло бы утекъ по сливной трубѣ бесполезно. Подобное сигнальное приспособленіе можетъ быть устроено такимъ образомъ, что при наивысшемъ допускаемомъ уровнѣ воды замыкается электрическій токъ, дѣйствующій на звонокъ. Можно также устроить это приспособленіе такъ, что при наполненныхъ бакахъ эти послѣдніе разобщаются отъ нагнетательной трубы насоса. Подъ обоими баками A и A_1 (фиг. 5, табл. III) находятся клапаны B и B_1 , соединенные съ трубой C . Отъ этой трубы отходитъ сперва труба D къ насосу, а затѣмъ съ другой стороны труба E къ предохранительному клапану F и къ кранамъ. Разобщительные клапаны B и B_1 (фиг. 6) снабжены поплавками a прикрѣпленными къ стержнямъ b ; при наивысшемъ допускаемомъ уровнѣ воды поплавки настолько поднимаютъ клапаны c , что вода уже не можетъ попасть изъ трубы C въ баки.

Въ направляющей F (фиг. 6) находится винтъ g , помощью котораго клапанъ c , можетъ быть закрытъ при ремонтѣ баковъ. Отверстіе для клина i , соединяющаго тѣло клапана со стержнемъ b , сдѣлано нѣсколько шире самаго клина, такъ что поплавокъ только поднимаетъ клапанъ до сѣдла его, нажатіе же его на сѣдло производится самою водою, накачиваемою насосомъ.

Чтобы дать выходъ притекающей водѣ послѣ закрытія клапановъ, въ трубѣ E , ведущей къ кранамъ, устроенъ предохранительный клапанъ F (фиг. 11, таб. III), соединенный съ тревожнымъ свисткомъ p . Клапанъ k прижимается къ своему сѣдлу грузомъ, находящимся на концѣ рычага h , пока давленіе воды на этотъ клапанъ не превосходитъ нормальнаго. Въ противномъ случаѣ свистокъ p начинаетъ свистѣть, и тогда слѣдуетъ остановить насосы. Когда насосы больше не работаютъ, то давленіе на клапанъ k снова уменьшается и онъ закрывается. На трубѣ E находится въ m приливъ съ винтовой нарѣзкой для прикрѣпленія манометра. G есть сливная труба для воды, протекающей черезъ предохранительный клапанъ.

§ 29. Подогреваніе воды. Замерзаніе воды зимою въ бакахъ можетъ препятствовать снабженію паровозовъ водою и такимъ образомъ значительно затруднить движеніе на дорогѣ. Чтобы предупредить замерзаніе воды, достаточно въ нѣкоторыхъ случаяхъ помѣстить бакъ въ деревянную оболочку; въ странахъ же съ болѣе суровымъ климатомъ необходимо имѣть особыя приспособленія для подогреванія воды въ бакахъ, когда температура падаетъ ниже извѣстнаго предѣла. Въ томъ случаѣ, когда съ водоемнымъ зданіемъ соединена сторожевая будка или же комната рабочихъ, можно воспользоваться печью этихъ помѣщеній для подогреванія воды.

Если баки находятся непосредственно надъ тѣмъ помѣщеніемъ, гдѣ стоитъ ручной насосъ и гдѣ ставится обыкновенная печь; то пространство для баковъ оставляютъ снизу открытымъ, чтобы теплота отъ печи могла проникать безпрепятственно; примѣняютъ для этого также и отработавшій паръ машины. Но утилизируемое въ этомъ послѣднемъ случаѣ количество тепла не всегда бываетъ достаточно, и тогда необходимо прибѣгнуть къ особымъ приборамъ для подогреванія воды въ бакахъ. Принципъ этихъ приборовъ состоитъ обыкновенно въ томъ, что заставляютъ циркулировать подогреваемую воду между бакомъ и подогревателемъ, пользуясь разностью плотностей холодной и теплой воды.

Въ Ганноверѣ подогреватели состоятъ, подобно котлу Henschel'я, изъ длиннаго наклоннаго цилиндра (фиг. 16, табл. I) длиною около 5 м. и діаметромъ 0,34 — 0,47 м., который подверженъ дѣйствію пламени печи. Отъ обоихъ концовъ этого цилиндра идутъ вверхъ къ баку вертикальныя мѣдныя трубки діаметромъ 0,065 м.; одна изъ этихъ трубокъ оканчивается въ днѣ бока, а другая въ верхней его части. Цилиндръ желѣзный и имѣетъ приболченную чугунную крышку, которую время отъ времени приходится снимать для очистки цилиндра внутри. Отъ бака, сообщеннаго съ подогревателемъ, идетъ труба къ крану.

На С.-Петербургско-Варшавской желѣзной дорогѣ оба бака каждой станціи сообщаются помощью двойной системы мѣдныхъ трубокъ съ вертикальнымъ подогревателемъ, имѣющимъ внутреннюю топку. Труба, отводящая горячіе газы, раздѣляется на двѣ вѣтви, изъ коихъ каждая проходитъ черезъ соотвѣтственный бакъ. Вверху обѣ вѣтви снова соединяются въ одну общую дымовую трубу.

На нѣкоторыхъ нѣмецкихъ дорогахъ подогреватели имѣютъ слѣдующее устройство (фиг. 17, табл. I): бакъ сообщается помощью широкой трубы съ небольшимъ горизонтальнымъ котломъ съ внутреннею топкою; дымовая труба проходитъ внутри этой трубы. Циркуляція воды поддерживается помощью второй трубы, идущей отъ дна бака къ нижней части подогревателя *).

Г Л А В А VI.

Гидравлическіе краны и другія приспособленія для набора воды.

СОДЕРЖАНІЕ: § 30. Общее понятіе о кранахъ.—§ 31. Описаніе нѣкоторыхъ, наиболѣе употребительныхъ устройствъ крановъ.—§ 32. Нѣкоторыя особенныя приспособленія для набора воды прямо въ тендеръ безъ отдѣльныхъ механическихъ устройствъ.—§ 33. Приспособленіе Рамсботтома для набора воды въ тендеръ.—§ 34. Приложенія.

§ 30. Общее понятіе о кранахъ. Краны раздѣляются на стѣнные и путевые; между этими послѣдними отличаютъ еще такъ называемые краны съ резервуаромъ. Стѣнные краны располагаются непосредственно возлѣ баковъ; соединительной трубѣ въ этомъ случаѣ очень короткой, придаютъ значительный діаметръ.

Стѣнные краны, часто встрѣчающіеся на Ганноверскихъ дорогахъ, состоятъ изъ трубы, снабженной однимъ или двумя шарнирами и могущей поворачиваться въ горизонтальной плоскости въ положеніе перпендикулярное къ оси пути.

Путевые краны состоятъ изъ вертикальной трубы, привинченной нижнимъ концомъ къ чугунной плитѣ, расположенной на уровнѣ рельсъ; труба эта соединена помощью трубопровода съ баками и приспособлена для наполненія тендера водою.

Путевые краны могутъ имѣть верхнюю часть подвижную или неподвижную. Послѣдніе примѣнялись исключительно благодаря своей простотѣ и дешевизнѣ, и требовали длинной гибкой трубы для проведенія воды въ тендеръ. Теперь же, когда требуется быстрое наполненіе тендера, они болѣе не употребляются, а исключительно употребляются краны съ подвижной верхней частью.

*) Весьма простое и удобное устройство для нагрѣванія воды въ бакахъ примѣнено на Московско-Ярославско-Архангельской ж. д. дорогѣ.

Прежняя конструкція этихъ послѣднихъ состояла въ томъ, что верхняя часть крана могла вращаться вокругъ неподвижной колонны; при этомъ неизбѣжно было устройство сальника. Именно, на верхнюю часть неподвижной полый колонны, скрѣпленной съ фундаментной плитой, насаживалась вращающаяся часть, которая охватывала эту колонну и къ которой прикрѣплялась выпускная труба крана; или же вращающаяся часть входила болѣе или менѣе внутрь неподвижной колонны. При такомъ устройствѣ приходится примѣнять сальникъ, какъ это упомянуто выше; онъ имѣетъ однако дурное свойство затвердѣвать зимою; при этомъ поворачиваніе крана сильно затрудняется, приходится дергать, и въ результатѣ требуется ремонтъ. Для избѣжанія этого неудобства путевые краны строятся теперь большею частью такъ, что сальника болѣе не требуется. Вода впускается въ кранъ особою задвижкою, приводимою въ дѣйствіе помощью винта или рычага. Какъ передаточный механизмъ, винтъ заслуживаетъ предпочтенія, потому что открытіе и закрытіе отверстія происходитъ при этомъ постепенно; этимъ избѣгаются удары, отъ которыхъ портятся стыки трубъ и даже могутъ ломаться сами трубы. Кромѣ впускного клапана, хорошо имѣть еще и разобщительный клапанъ, чтобы при ремонтѣ крана можно было бы разобщить его отъ трубопровода. Послѣ наполненія тендера, кранъ нужно совершенно опорожнить отъ воды; выполненіе этого условія необходимо, чтобы предупредить замерзаніе воды и лопанье трубъ. Чтобы быть увѣреннымъ въ дѣйствіи клапана, спускающаго эту воду, его соединяютъ съ питательнымъ (впускнымъ) клапаномъ непосредственно, или приводятъ въ дѣйствіе помощью особой передачи такимъ образомъ, что при закрытіи впускного клапана, выпускной одновременно открывается, и наоборотъ.

Цѣлесообразно также при длинномъ трубопроводѣ помѣщать предохранительный клапанъ на послѣднемъ его звенѣ, передъ колонною крана, для поглощенія живой силы воды при внезапномъ закрытіи впускного клапана; въ противномъ случаѣ отъ происходящихъ ударовъ воды могутъ лопаться трубы. Но такъ какъ обыкновенно эти предохранительные клапаны по истеченіи нѣкотораго времени перестаютъ дѣйствовать, то ихъ часто и не устраиваютъ, а приводятъ впускной клапанъ въ дѣйствіе помощью винта, чѣмъ и избѣгается возможность внезапнаго его закрытія.

Чтобы облегчить содержаніе крана въ исправности, рекомендуется имѣть въ виду слѣдующее: 1) подъ фундаментарной плитой должно быть пространство достаточной величины, чтобы можно было безъ затрудненія производить тамъ исправленія; 2) расположеніе всѣхъ клапановъ и т. д. должно быть таково, чтобы они при ремонтѣ были легко доступны.

Зимою краны окутываютъ соломой для предохраненія ихъ отъ холода. Это слѣдуетъ дѣлать во всѣхъ случаяхъ, такъ какъ иначе съ одной стороны спускной клапанъ перестаетъ дѣйствовать, а съ другой—при сильныхъ морозахъ внутри крана постепенно нарастаетъ толстая ледяная кора.

Путевые краны, примѣненные на нѣкоторыхъ французскихъ дорогахъ, имѣютъ въ верхней своей части резервуаръ. Краны эти должны удовлетворять слѣдующимъ условіямъ:

1) они должны имѣть запасъ воды по крайней мѣрѣ на одно наполненіе тендера; 2) они должны быть соединены съ баками трубопроводомъ такихъ размѣровъ, чтобы резервуаръ крана могъ бы наполниться водою въ промежуткѣ между двумя поѣздами; 3) при кранѣ долженъ быть подогреватель, доводящій температуру воды до $20—25^{\circ}$ С. Примѣненіе подобныхъ крановъ выгодно въ томъ случаѣ, если водоемное зданіе расположено очень далеко, такъ что трубопроводъ при большой длинѣ долженъ имѣть и большой діаметръ для возможности быстрого наполненія тендера. Легко видѣть, что устраивая краны съ резервуаромъ, можно значительно уменьшить діаметръ трубопровода, такъ какъ въ этомъ случаѣ объемъ воды, равный одному наполненію тендера, долженъ пройти по нему въ гораздо большее время. Время наполненія тендера для различныхъ крановъ колеблется отъ 2 до 5 минутъ.

§ 26. Описаніе нѣкоторыхъ, наиболѣе употребительныхъ устройствъ крановъ.—На ганноверской правительственной жел. дорогѣ на линіи Бременъ—Гестемюнде примѣнены краны устройства, показаннаго на фиг. 9—11, табл. II. Чугунная труба *a*, выходящая изъ сосѣдняго бака, свинчена съ колѣномъ *b*, которое на нижнемъ своемъ концѣ соединяется плотно помощью сальника съ другимъ колѣномъ *c*. Это послѣднее колѣно притянуто помощью кольца къ чугунной доскѣ *g*, прикрѣпленной болтами къ стѣнѣ водоемнаго зданія; снизу же ко-

лѣно поддерживается вращающейся желѣзной стойкой *s*, которая опирается на подпятникъ *p*, прикрѣпленный къ доскѣ *g*. Колѣно *c* соединено съ чугунной трубой *d*, къ которой тоже привинчено два колѣна *m* и *n* (фиг. 11). Эти колѣна также вращающіяся. Колѣно *n* оканчивается мѣдной выпускной трубой *e*. Всѣ эти трубы довольно значительнаго вѣса поддерживаются системою тягъ, которыя сходятся вверху у чугунной доски *o*, вдѣланной въ стѣну и прикрѣплены тамъ къ подвижной части *и*.

Путевой кранъ ольденбургской жел. дороги, представленной на фиг. 12—14, табл. II и фиг. 26, таб. III, сдѣланъ весь изъ чугуна. Колонна крана *b* прикрѣплена болтами къ основной чугунной плитѣ *a*; вверху колонна соединяется съ колѣномъ *c*, къ которому примыкаетъ вращающаяся выпускная труба *d*. Кольцеобразный промежутокъ, образующійся при соединеніи трубъ *c* и *d*, перекрываетъ особымъ плоскимъ кольцомъ, охватывающимъ плотно конецъ трубы *c*. Выпускная труба *d* поддерживается тяжомъ *z*, укрѣпленнымъ вверху трубы *c*, и желѣзною стойкою *s*, могущею вращаться въ подшипникахъ *и*; эта стойка приводится въ движеніе помощью ручки *h*, причемъ одновременно поворачивается и труба *d*. Колонна *b* сообщается помощью колѣна *e* съ коробкою, въ которой помѣщена задвижка *s*, управляющая впускомъ воды въ кранъ; задвижка эта приводится въ дѣйствіе помощью рычага *p*. Въ коробкѣ имѣется отверстіе *o*, причемъ задвижка устроена такъ, что, когда колонна крана разобщена отъ трубопровода, то оставшаяся въ кранѣ вода можетъ уходить черезъ это отверстіе; когда же задвижка открыта и вода входитъ въ кранъ, то вытеканіе ея черезъ каналъ *o* не можетъ имѣть мѣста. Этотъ кранъ обслуживаетъ два пути. Если подобный кранъ долженъ служить только для одного пути, то вмѣсто трубы *d* придется помѣстить короткую выпускную трубу и соответственно уменьшить число тяжей, поддерживающихъ все устройство.

На фиг. 4, табл. III показано устройство крана, соединеннаго непосредственно съ бакомъ (деревяннымъ), какъ это употребляется на американскихъ дорогахъ. Какъ видно изъ чертежа, круглый деревянный бакъ расположенъ на требуемой высотѣ на особомъ деревянномъ же помостѣ. Впускъ воды въ кранъ управляется клапаномъ, приводимымъ въ дѣйствіе паровозною прислугою. Выступающая часть крана можетъ вращаться около горизонтальной оси и уравновѣшена

противовѣсомъ. Когда тендеръ наполняется водою въ достаточной степени, то кранъ поднимаютъ вверхъ и ставятъ въ положеніе, показанное на чертежѣ пунктиромъ; въ этомъ положеніи онъ удерживается противовѣсомъ.

На фиг. 21, 22 и 23, табл. III показаны употреблявшіеся прежде путевые краны съ неподвижною верхнею частью. Въ кранахъ, представленныхъ на фиг. 21 и 22, вертикальная чугунная колонна имѣетъ сверху горизонтальный отростокъ, къ которому прикрѣпленъ гибкій рукавъ резиновый, кожаный или холщевый. Конецъ этого рукава снабженъ для прочности особымъ мѣднымъ или чугуннымъ накопачникомъ. Въ кранѣ, изображенномъ на фиг. 23, спускная труба мѣдная. Когда воду изъ крана не берутъ, труба виситъ такъ, какъ показано на чертежѣ; когда же нужно брать воду, то трубу поднимаютъ и ставятъ въ такое положеніе, чтобы конецъ ея приходился надъ тендеромъ.

Одинъ изъ крановъ, примѣненныхъ на ганноверскихъ дорогахъ, представленъ на фиг. 15 и 16, табл. II. На чугунную колонну *b* насажена сверху кольцеобразная коробка *c*, причемъ верхъ колонны обдѣланъ такъ, что протекающая вода не можетъ попасть въ промежутокъ между нею и коробкою. Къ этой коробкѣ прикрѣплена трубка *d*, а сверху она имѣетъ небольшую крышку *e*. При поворачиваніи выпускной трубы помощью ручки *h*, коробка *c* направляется въ своемъ движеніи кольцомъ *l* и пятникомъ *и*, опирающимся на неподвижную колонну. Къ фундаментной плитѣ *a*, находящейся внизу колонны, прикрѣплена коробка съ задвижкой *s*. Рядомъ съ нею находится еще клапанъ *t*, приводимой въ дѣйствіе ручнымъ маховичкомъ. Задвижка же *s* открывается кочегаромъ съ паровоза помощью маховичка *r*. Этотъ маховичекъ помощью винта приводитъ въ дѣйствіе колѣчатый рычагъ *w*, а за нимъ и тягу *z*, связанную въ задвижку *s*. Опорожненіе крана производится задвижкою *s* совершенно такъ же, какъ и въ вышеописанномъ кранѣ ольденбургской дороги.

Нормальный путевой кранъ баденскихъ желѣзныхъ дорогъ представленъ на фиг. 17 — 19, табл. II. Здѣсь подвижная часть соединена съ неподвижной помощью сальника. Верхняя поворотная часть крана входитъ въ колонну *b*, укрѣпленную въ основаніи плитѣ *a*, причемъ вѣсъ этой части передается на верхній край колонны *b*. Въ своей нижней части, находящейся въ ямѣ, колонна имѣетъ саль-

никъ, въ который и входитъ поворотная часть. Разобращеніе крана производится рычагомъ *p*, дѣйствующимъ на задвижку *s*. Опорожненіе отъ оставшейся въ кранѣ воды производится подобно тому, какъ въ кранѣ, изображенномъ на фиг. 12—14, таб. II.

На фиг. 17, табл. III представлено особое устройство путевого крана. Здѣсь, такъ же какъ и въ кранѣ представленномъ на фиг. 14, таб. III, выпускная труба вращается около горизонтальной оси и удерживается въ поднятомъ положеніи помощью противовѣса.

Фиг. 20, табл. II и фиг. 24, таб. III изображаетъ кранъ съ резервуаромъ, употребляющійся на французской восточной желѣзной дорогѣ. Верхняя часть чертежа представляетъ разрѣзъ перпендикулярный къ оси пути, а нижняя—параллельный оси пути. Колонна крана *s*, къ которой снизу примыкаетъ конецъ трубопровода, имѣетъ небольшую внутреннюю топку; продукты горѣнія по двумъ вертикальнымъ трубамъ идутъ въ дымовую трубу, расположенную внутри резервуара *r*, стоящаго на колоннѣ, а затѣмъ выходятъ въ атмосферу. Стѣнки резервуара сдѣланы изъ листового желѣза, дно его отлито частью вмѣстѣ съ колонною и усилено восемью ребордами; въ этомъ днѣ сбоку находится клапанъ, приводимый въ дѣйствіе съ паровоза. Подъ клапаномъ расположена ось вращенія выпускной трубы. Съ этой трубой соединенъ фонарь, который ночью показываетъ своимъ цвѣтомъ ея положеніе. Вмѣстимость резервуара равна 6 куб. метрамъ.

На нѣкоторыхъ станціяхъ французской сѣверной желѣзной дороги краны съ резервуаромъ имѣютъ два рукава, такъ что одновременно могутъ набирать воду поѣзда обоихъ направленій.

§ 27. Нѣкоторые особенныя приспособленія для набора воды прямо въ тендеръ безъ отдѣльныхъ механическихъ устройствъ. — Американскій инженеръ Lansdell пытался снабжать паровозы водою слѣдующимъ образомъ: рядомъ съ колодезью, изъ котораго желаютъ брать воду, ставятъ путевоі кранъ; надъ уровнемъ воды въ колодезѣ помѣщаютъ инжекторъ, который и поднимаетъ воду въ кранъ. Паръ для инжектора берется изъ паровознаго котла. Неизвѣстно, дали ли опыты благопріятные результаты; съ большою вѣроятностію можно предполагать противное. Еще раньше былъ предложенъ Fyuer'омъ многообѣщавшій способъ подъема воды въ тендеръ паромъ самого паровоза. Желѣзный закрытый резервуаръ, находящійся въ землѣ,

соединенъ съ одной стороны съ питающимъ его колодцемъ, а съ другой стороны со стоящимъ рядомъ краномъ. Вozлѣ рельсовъ расположены два небольшихъ отростка, которые по соотвѣтственнымъ трубамъ отводятъ паръ локомотива въ верхнюю часть резервуара. Отростковъ два, чтобы паровозъ былъ въ состояніи набирать воду при всякомъ положеніи тендера. Резервуаръ разобщается отъ колодца, а затѣмъ въ него пускается паръ, который и гонитъ воду въ тендеръ. Повидимому, опыты съ этимъ приспособленіемъ дали неблагоприятные результаты, такъ какъ нигдѣ не было примѣра долговременнаго примѣненія этого способа.

На фиг. 7, табл. III, представлено расположеніе частей при водоснабженіи помощью пульзометра, устроенномъ на многихъ дорогахъ фирмою бр. Кертингъ въ Ганноверѣ. Для работы пульзометра употребляется въ этихъ случаяхъ большею частью паръ отъ локомотива. Подобный способъ водоснабженія можетъ быть примѣненъ лишь тогда, когда притокъ воды въ колодезь обильный, такъ что нельзя опасаться, что, при потребленіи сразу большого количества воды, его забьетъ пескомъ. Примѣняемые при этомъ пульзометры даютъ въ минуту отъ 0,7 и 0,9 до 1,4 куб. метр. воды. На фиг. 7 *a*—есть пульзометръ, *b*—всасывающая и *e*—нагнетательная труба; *c*—изображаетъ паропроводную трубу, соединенную вверху съ рукавомъ *f*, который приводитъ паръ изъ паровознаго котла; *e*—есть опорожнятельная трубка крана.

§ 33. Приспособленіе Рамсботтома для набора воды въ тендеръ. Рамсботтомъ предложилъ впервые оригинальный способъ для набора воды въ пути. Длина пути, который можетъ пройти паровозъ не останавливаясь, въ значительной мѣрѣ зависитъ отъ величины водяного бака на его тендерѣ. Какъ уже указано выше, расходъ угля на 1 километръ пути достигаетъ для пассажирскихъ паровозовъ около 10 килогр., и, если считать 8 килогр. угля на каждый килограммъ потребляемой воды, то найдемъ, что пассажирскіе паровозы расходуютъ около 80 килогр. воды на 1 килом. пройденнаго пути. Полезную емкость тендернаго бака можно принять въ 8 куб. метр. = 8.000 килогр.; такимъ образомъ запаса воды въ тендерѣ можетъ хватить на пробѣгъ паровоза въ $\frac{8.000}{80} = 100$ километр. или даже въ 150 килом. при неособенно тяжеломъ поѣздѣ и благоприятныхъ условіяхъ пути и погоды.

Чтобы не останавливать поѣзда для набора воды, располагають между рельсами длинный желобъ, наполненный водой; въ этотъ желобъ при проходѣ поѣзда надъ нимъ спускають съ тендера трубу. По этой трубѣ вода и нагнетается въ тендеръ благодаря скорости паровоза. На фиг. 19, табл. III, представленъ употребляющійся на американскихъ дорогахъ тендеръ съ подобнымъ приспособленіемъ; нижняя часть трубы можетъ быть опущена въ желобъ или поднята изъ него помощью особаго рычага и тягъ. Погружаемый въ воду наконечникъ трубы имѣетъ входное отверстіе шириною 300 мм. и высотой 200 мм. Чтобы въ трубу не могли попасть постороннія тѣла, наконечникъ снабженъ проволочной сѣткой. Желоба дѣлаются изъ желѣза, чугуна или дерева и имѣють длину около 500 м. На фиг. 24, табл. II, показано поперечное сѣченіе подобнаго канала изъ листового желѣза. Ширина канала 500 мм., глубина 150 мм., а толщина желѣза $4\frac{1}{2}$ мм. Въ шпалы желобъ вѣзанъ на 45 мм. и удерживается на мѣстѣ помощью уголковъ, прикрѣпленныхъ къ шпаламъ; эти уголки, не будучи приклепанными къ желобу, не препятствуютъ продольнымъ его перемѣщеніямъ, происходящимъ вслѣдствіе измѣненія температуры.

По концамъ желоба дно его обдѣлывается ввидѣ небольшихъ наклонныхъ плоскостей для предотвращенія поломки трубы спускающей съ тендера. Желоба наполняются обыкновенно водой изъ баковъ находящагося вблизи водоемнаго зданія.

Чтобы зимою вода въ желобахъ не замерзала, ее подогревають паромъ. Для этого между путями укладываютъ желѣзную трубу (фиг. 29 и 30, табл. II), діаметромъ 50 мм., отъ которой черезъ каждые 12 м. идутъ небольшіе отростки, открывающіеся въ боковыхъ стѣнкахъ каналовъ. Потребный паръ доставляется особымъ паровымъ котломъ, если только подъемъ воды не производится паровой машиной. По концамъ желобъ огражденъ особыми сигналами.

Пусть v скорость поѣзда въ метрахъ въ секунду, тогда высота h , на которую вода можетъ быть поднята при этой скорости, опредѣляется изъ уравненія $v = \sqrt{2gh}$, гдѣ g есть ускореніе силы тяжести; отсюда $h = \frac{v^2}{2g}$. Положимъ, напр., $v = 20$ м., величина $g = 10$ м. (приблизительно); тогда $h = \frac{400}{20} = 20$ м. Чтобы опредѣлить теперь ту минимальную скорость поѣзда, при которой воз-

можно еще наполнить тендеръ водою, положимъ, согласно „Нормъ для сооруженія и оборудованія желѣзныхъ дорогъ Германіи“, что $h = 2,85$ м.; въ этомъ случаѣ $v = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 2,85} = \sqrt{57}$ и наконецъ $v = 7,5$.

Такимъ образомъ 7,5 м. въ секунду или 29 килом. въ часъ и представляетъ ту минимальную скорость поѣзда, при которой еще возможно наполнить тендеръ по способу Рамсботтома. При этомъ однако не были приняты во вниманіе сопротивленія воды какъ при входѣ въ трубу, такъ и въ самой трубѣ.

Описанное приспособленіе для набора воды въ пути примѣняется на англійскихъ и американскихъ дорогахъ.

НѢКОТОРЫЯ СВѢДѢНІЯ

О ЛИТЕРАТУРѢ ПО ВОДОСНАБЖЕНІЮ ЖЕЛѢЗНОДОРОЖНЫХЪ СТАНЦІЙ *).

- Американскій паровой насосъ. Съ черт. Organ f. Eisenbahnwesen 1869, p. 232.
- Anton. Нормальный путевой кранъ баденской жел. дороги. Съ черт. Organ f. Eisenbahnwesen 1867, p. 141 und 196.
- Самоопорожняющая задвижка для крановъ. Съ черт. Organ f. Eisenbahnwesen 1864, p. 186.
- Basson. Новый кранъ дороги Wilhelmsbahn. Съ черт. Organ f. Eisenbahnwesen 1868, p. 198.
- Beuther. О примѣненіи инжектора Giffard'a для снабженія паровозовъ водою. Zeitschrift des Vereins deutscher Eisenb.-Verw. 1862, p. 722; Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1862 Juli.
- Brown'a остеклованныя плиты для тендерныхъ баковъ. Zeitschrift des Vereins deutscher Eisenb.-Verw. 1865 p. 21.
- Buresch. Кранъ ольденбургской правит. жел. дор. Съ черт. Organ f. Eisenbahnwesen 1865 p. 45.
- Центральная станція съ водоснабженіемъ въ Майнцѣ гессенской дороги—Ludwigs-Bahn. Organ f. Eisenbahnwesen 1866 p. 173; Geschäftsbericht der Hessischen Ludwigsbahn pro 1865 p. 13.
- Chavés, Опыты надъ производительностью станціонныхъ насосовъ. Mémoire et compte rendu des trav. de la société des ingen. civils. 15 année, 2 cahier; Civil-Ingenieur 1863, p. 183; Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1865, p. 84.
- Паровой насосъ динабург-витебской жел. дор. Organ f. Eisenbahnwesen 1871, p. 203.
- Donath, путевой кранъ для желѣзныхъ дорогъ. Съ черт. Organ. f. Eisenbahnwesen 1865, p. 71; Civil-Ingenieur 1864, p. 209.
- Donnet'a устройство колодцевъ. Съ черт. Organ f. Eisenbahnwesen 1868, p. 50.
- Flattich, о зданіяхъ для водоснабженія станцій. Organ f. Eisenbahnwesen 1866, p. 76; Zeitschrift des österr.-Ingenieur-Ver. 1865, p. 214.
- Fruyer'a приспособленіе для подъема воды. Съ черт. Organ f. Eisenbahnwesen 1860, p. 273.
- Funk und Debo. О вѣтряномъ двигателѣ, примѣненномъ для подъема воды на ст. Вунсторфъ. Förster's Bauzeitung 1851, p. 282; Organ f. Eisenbahnwesen

*) Здѣсь въ дополненіе къ указаннымъ уже ранѣе, въ выноскахъ, приведены данныя, относящіяся преимущественно къ періоду до семидесятыхъ годовъ. Подробныя новѣйшія данныя будутъ приведены въ слѣдующемъ выпускѣ «Матеріалы для курса водоснабженія».

- 1852, p. 122—125; Notizbl. d. Hannov. Archit.- u. Ingen.Vereins, Bd. 1, p. 31—38; Polyt. Centralbl. 1852, p. 497.
- Funk, о снабженіи паровозовъ водою на ганноверскихъ дорогахъ. Organ f. Eisenbahnwesen 1864, p. 49.
- Giffard'a инжекторъ для питанія крановъ. Съ черт. Organ f. Eisenbahnwesen 1867, p. 256.
- Goschler, практическое руководство къ содержанію и т. д. жел. дорогъ. Tome III, p. 582 (на франц. яз.).
- Jeep'a насосъ съ двумя поршнями. Съ черт. Dingler's polyt. Journal, Bd. 162, Heft 4; Organ f. Eisenbahnwesen 1863, p. 85.
- Kayser, новый кранъ для желѣзныхъ дорогъ. Съ черт. Organ f. Eisenbahnwesen 1864, p. 115; Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1863, p. 538.
- Kirchweger'a новый всасывающій и нагнетательный насосъ для водоснабженія станцій. Съ черт. Organ f. Eisenbahnwesen 1855, p. 1.
- Объ устройствѣ колодцевъ на ст. Ганноверъ. Zeitschr. d. Hannov. Archit.- und Ingen.-Ver. 1861 Heft 4; Zeitschr. des Vereins deutscher Eisenb.-Verw. 1862, p. 83.
- Kleeblatt, О соединеніи чугунныхъ водопроводныхъ трубъ. Organ f. Eisenbahnwesen 1867, p. 207; Zeitschrift des österr. Ingenieur.-Ver. 1867, p. 3.
- Koch, о водоснабженіи станцій. Organ f. Eisenbahnwesen 1866, p. 173; Erbkam's Zeitschrift f. Bauwesen, 1866 p. 320.
- Lebrun'a и Lévêquеа путевой кранъ. Съ черт. Le Génie industriel 1862, p. 14; Polyt. Centralblatt 1862, p. 1187.
- маленькая паровая питательная помпа. Съ черт. Organ f. Eisenbahnwesen 1862, p. 115; Dingler's polit. Journal, Bd. 160, Heft 5.
- Lelardeaux, аппаратъ для подогреванія питательной воды для паровозовъ. Съ черт. Le Génie industriel. Févr. 1862, p. 87; Polyt. Centralblatt 1862, p. 783; Dingler's polyt. Journal, Bd. 164, Heft 2; Organ f. Eisenbahnwesen 1863, p. 82.
- Lindner, усовершенствованный насосъ съ золотникомъ. Съ черт. Organ f. Eisenbahnwesen 1862, p. 173.
- Meggenhofen, аппаратъ для подогреванія питательной воды для паровозовъ во Франкфуртѣ на/М. Съ черт. Dingler's polyt. Journal 1850, p. 174; Organ f. Eisenbahnwesen 1850, p. 56.
- стѣнной кранъ во Франкфуртѣ на Майнѣ. Съ черт. Dingler's polytechn. Journal 1850 p. 164; Organ f. Eisenbahnwesen 1850, p. 115.
- Mentz, О водоснабженіи станцій. Organ f. Eisenbahnwesen 1865, p. 258; Erbkam's Zeitschrift f. Bauwesen 1865, p. 191.
- Neustadt und Bonnefond, кранъ съ резервуаромъ для быстрого снабженія паровозовъ водою. Съ черт. Organ f. Eisenbahnwesen 1865, p. 26; Förster's Bauzeitung 1864, p. 94.
- Newton, подогреватель питательной воды для паровыхъ машинъ и паровозовъ. Съ черт. London, Journal, Juli 1862, p. 16; Polyt. Centralb. 1862, p. 1134.
- Parson, о соединеніяхъ трубъ. Съ черт. Organ f. Eisenbahnwesen 1857, p. 143.

- Paulus, о соединеніи водопроводныхъ трубъ. Съ черт. Organ f. Eisenbahnwesen 1862, p. 103.
- Petit'a соединеніе трубъ. Съ черт. Le Génie industriel, Août 1856; Polyt. Centralbl. 1856, № 24; Organ f. Eisenbahnwesen 1856, p. 263.
- Prüssmann, вѣтряные двигатели для водоснабженія станцій ганноверск. королев. жел. дор. Съ черт. Zeitschrift des Hannov. Archit.- und Ingen.-Ver. 1862, p. 133.
- Насосы на станціяхъ дороги Ludwigshafen-Bexbacher. Съ черт. Organ f. Eisenbahnwesen 1851, p. 58.
- Ramsbottom'a приспособленіе для набора воды. Съ черт. Organ f. Eisenbahnwesen 1862, p. 117.
- Reder, о содержаніи извести и гипса въ рѣчной и колодезной водѣ, употребляемой для снабженія паровозовъ. Organ f. Eisenbahnwesen 1871, p. 206.
- Rohrbeck'a усовершенствованный подогреватель для станцій съ водоснабженіемъ. Eisenbahnztg, 1852, p. 125.
- Чугунныя трубы съ сферическими муфтами или сочленными соединеніями Doré, Chevė et C^o. Съ черт. Organ f. Eisenbahnwesen 1863, p. 258.
- О соединеніи трубъ. Organ f. Eisenbahnwesen 1869, p. 231.
- Соединеніе трубъ Fragneau. Organ f. Eisenbahnwesen 1870, p. 207.
- Соединеніе трубъ Croucier. Съ черт. Organ f. Eisenbahnwesen 1871, p. 152.
- Соединеніе трубъ Rust'a. Съ черт. Organ f. Eisenbahnwesen 1872, p. 118.
- Всасывающій трубопроводъ на ст. Эйдеуненъ. Съ черт. Organ f. Eisenbahnwesen. 1869, p. 226.
- Schneider, питаніе паровозовъ рѣчною водою и водоснабженіе на с.-петербургско-варшавской жел. дор. Съ черт. Organ f. Eisenbahnwesen 1867, p. 108.
- Schöttler, усовершенствованный кранъ для наполненія водою тендера. Съ черт. Zeitschr. d. hannov. Archit.- und Ingen.-Ver., Bd. I, p. 221; Organ f. Eisenbahnwesen 1856, p. 73; Polyt. Centralbl. 1857, p. 74.
- Питательные насосы для резервуаровъ западной французской жел. дороги. Съ черт. Organ f. Eisenbahnwesen 1866, p. 28; Le Génie industriel. Mai, 1865, p. 226.
- Stock, о водопроводѣ для снабженія паровозовъ водою на ст. Госларъ. Zeitschr. d. hannov. Archit.- und Ingen.-Verein, 1868, p. 190; Organ f. Eisenbahnwesen 1869, p. 153.
- Strecker, о подогревателяхъ при водоснабженіи, ихъ расчетъ, устройство и т. д. Zeitschr. d. österr. Ingenieur-Ver. 1854, p. 179.
- Thomas, устройство водоснабженія на дорогахъ Wien-Gloggnitzer, Oedenburger und Brucker. Съ черт. Organ f. Eisenbahnwesen 1850, p. 109.
- Underhay'a усовершенствованный кранъ для желѣзнодорожныхъ станцій. Съ черт. Dingler's polyt. Journal, Bd. 101, p. 421.
- Примѣненіе рѣчной воды для питанія паровозовъ. Zeitschr. des Vereins deutscher Eisenb.-Verw. 1867, p. 468.
- Описаніе подогреванія воды на станціяхъ тюрингской жел. дор. Съ черт. Förster's Bauztg. 1852, p. 25; Polyt. Centralbl. 1852, p. 1060.

Vuillemin, локомобиль для наполненія водой баковъ на французской восточной желѣзной дорогѣ. Съ черт. *Le Génie industriel* 1860, p. 27; *Polyt. Centralbl.* 1860, p. 353; *Dingler's polyt. Journal*, Bd. 156, p. 87.

Wall, Elles, Ransomes и Sims, Jox, Henderson и т. д. О кранахъ. Съ черт. *Organ f. Eisenbahnwesen* 1855, p. 149.

Подъемъ воды помощью инжектора Фридмана. *Organ f. Eisenbahnwesen* 1871, p. 78.

Краны на французскихъ жел. дор. Förster's Bauztg. 1859, p. 348.

Водопроводъ отъ р. Майна къ станціи дороги Main-Neckar-Bahn во Франкфуртѣ на М. *Organ f. Eisenbahnwesen* 1869, p. 35.

Устройство водоснабженія на восточно-голландской ж. д. на станціяхъ Neustadt и Eutin. Съ черт. *Organ f. Eisenbahnwesen* 1869, p. 33.

Водоснабженіе на южныхъ русскихъ жел. дорогахъ. Съ черт. *Organ f. Eisenbahnwesen* 1869, p. 46.

Новое водоснабженіе на ст. Ратиборъ дороги Wilhelmsbahn. Съ черт. *Organ f. Eisenbahnwesen* 1870, p. 29.

Усовершенствованія въ водоснабженіи на вестфальской дорогѣ. *Organ f. Eisenbahnwesen* 1870, p. 247.

Экономично устроенное водоснабженіе въ Leuse. *Zeitschr. des Vereins deutscher Eisenb.-Verw.* 1862, p. 427.

Водоснабженіе на дорогѣ du Midi. *Nouvelles Annales de la construction* 1857, Jan.

Водоснабженіе съ приводомъ отъ локомобилia на дорогѣ Halle-Casseler. Съ черт. *Organ für Eisenbahnwesen* 1867, p. 7.

Устройство водоснабженія на ст. Sorau и Liegnitz дороги Niederchleusirch-Märkische Eisenbahn. Съ черт. *Organ f. Eisenbahnwesen* 1864, p. 157; *Erbkam's Zeitschr. f. Bauwesen* 1864, p. 181.

Водоснабженіе на южныхъ русскихъ жел. дорогахъ. *Organ f. Eisenbahnwesen* 1870, p. 207.

Wernher, простой паровой насосъ съ котломъ на ст. Висбаденъ дороги Taunus-Bahn. Съ черт. *Organ f. Eisenbahnwesen* 1865, p. 63.

Вѣтряные двигатели на станціяхъ шлезвигской жел. дороги. Съ черт. *Organ für Eisenbahnwesen* 1871, p. 180.

Wöhler, новые краны на ниже-шлезвигской жел. дорогѣ. Съ черт. *Erbkam's Zeitschr. für Bauwesen* 1859, p. 223; *Polyt. Centralbl.* 1859, p. 764.

Zaesch, устройство новыхъ путевыхъ крановъ въ Нюрнбергѣ по системѣ Klett и С°. Съ черт. *Organ f. Eisenbahnwesen* 1866, p. 200.

Предварительныя и вспомогательныя для проектированія станціонныхъ водоснабженій свѣдѣнія изъ общей механики и гидравлики имѣются въ курсахъ гидравлики: Евневича, Максименко, Колинсона, Бресса и др. Общія свѣдѣнія по водоснабженію и болѣе подробныя данныя приведены въ сочиненіяхъ и сборникахъ:

Handbuch der Ingenieur-Wissenschaften Франціузъ и Зонне (Dritter Band, Erste Abteilung, 2 Haelfte).

Кенигъ. Водоснабженіе, переводъ Усова.

A. Debauxe. Distributions d'eau, égouts, tome I, изд. 1897 года.

Максименко. Атласъ водопроводныхъ сооружений.

Тимоновъ. Матеріалы для курса водоснабженія. Вып. I. 1897 г.

Lueger. Die Wasserversorgung der Städte, Штутгардъ 1895 г.

Bechmann. Distributions d'eau. Paris 1888 и мн. др.

Для руководства и пособія при проектированіи деталей водоснабженія желѣзнодорожныхъ станцій могутъ служить:

Handbuch für specielle Eisenbahn-Technik, Heusinger von Waldegg. Erster Band. (Der Eisenbahn-Bau).

Котляревскій: а) Водоснабженіе желѣзныхъ дорогъ, съ атласомъ; б) Замѣтки по канализаціи городовъ въ связи съ вопросомъ ассенизаціи большихъ желѣзнодорожныхъ станцій. 1886 г.

Бородинъ. О механическихъ устройствахъ американскихъ жел. дорогъ.

Тиме. Лекціи и статьи.

Записки съ проектомъ водоснабженія жел. дор. линіи Вологда-Архангельскъ.

Данныя по водоснабженію, приведенныя въ альбомѣ сооружений Балашово-Харьковской жел. дор.

Данныя по устройству станціонныхъ водоснабженій изъ артезіанскихъ колодцевъ приведенныя въ статьяхъ пр. Войслава (Извѣстія Собранія Инженеровъ Путей Сообщенія за 1893—95 гг.) и въ брошюрѣ Technische Vorträge und Abhandlungen XXVI: «Wasserbeschaffung mittelst Artesischer Brunnen». Edm Herzog. Wien 1895 г.

Разсчетъ водоемныхъ баковъ. Nouvelles Annales de la construction 1890 г. въ статьѣ: «Reservoir metallique de 200 m.» и др.

Альбомъ, изданный въ 1886 году Техническимъ Отдѣленіемъ Департамента жел. дорогъ (водопріемники Закавказской жел. дор., водоемныя и водоподъемныя зданія Уральской, Донецкой и Екатерининской, Закавказской и Финляндской жел. дорогъ).

Альбомъ Новороссійской вѣтви Владикавказской жел. дор. (Очиститель Беранже и Стингля, фильтры въ Екатеринодарѣ).

Альбомъ Барановичи-Бѣлостокской жел. дор. (Нормальные типы водоемного зданія и водопріемника).

Альбомъ Уманскихъ вѣтвей. (Схемы и общее расположеніе водоснабженій).

Альбомъ Харьковско-Балашовской жел. дор. (Пріемники и разсчетъ сооружений).

Альбомъ Уфа-Златоустовской жел. дор.

Альбомъ Полѣскихъ жел. дорогъ	} Водоснабженіе станцій артезіанскими колодцами.
Альбомъ Московско-Казанской ж. д.	

Альбомъ Закавказской жел. дор. (Схемы и пріемники).

Борзовъ. Атласъ желѣзнодорожнаго водоснабженія (печатается).







