

06  
145

18

**СБОРНИКЪ**  
**ИНСТИТУТА ИНЖЕНЕРОВЪ ПУТЕЙ СООБЩЕНІЯ**  
**ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА І.**

**ВЫПУСКЪ ХVІІІ.**

**МАТЕРІАЛЫ ДЛЯ ИНСТИТУТСКИХЪ КУРСОВЪ.**

**СОДЕРЖАНІЕ.**

Труды Комисіи по вопросу о заготовленіи,  
поставкѣ и испытаніи портландъ-цемента для  
портовыхъ работъ.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.  
Типографія Ю. Н. Эрлихъ, Садовая, № 9.  
1890.

1890

1152

06  
145

# СБОРНИКЪ

## ИНСТИТУТА ИНЖЕНЕРОВЪ ПУТЕЙ СООБЩЕНІЯ

03

### ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА I.

8758116

### ВЫПУСКЪ XVIII.

#### МАТЕРІАЛЫ ДЛЯ ИНСТИТУТСКИХЪ КУРСОВЪ.

ПЕРВОЕ ИЗДАНИЕ 1890

Труды Комисіи по вопросу о заготовленіи, поставкѣ и испытаніи портландъ-цемента для портовыхъ работъ.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типографія Ю. Н. Эрлихъ, Садовая, № 9.  
1890.

## СО Д Е Р Ж А Н І Е.

	стр.
Протоколь № 1 засѣданія Коммисіи . . . . .	1
Протоколь № 2 засѣданія Коммисіи . . . . .	29
Протоколь № 3 засѣданія Коммисіи . . . . .	55
Протоколь № 4 засѣданія Коммисіи . . . . .	71

### Приложенія:

- № 1. По техническо-инспекторскому Комитету желѣзныхъ дорогъ. Циркуляръ инспекторамъ желѣзныхъ дорогъ, правленіямъ желѣзнодорожныхъ обществъ и управляющимъ желѣзными дорогами отъ 7 октября 1881 г. № 11428—о нормальныхъ условіяхъ по приѣмкѣ и испытанію портландскихъ цементовъ . . . . . 97
- № 2. О заготовленіи и испытаніяхъ портландскихъ цементовъ для портовыхъ работъ во Франціи. Инженера В. Тимонова. . . . . 107
- № 3. Записка военнаго инженера капитана \*) Шуляченко по поводу поврежденій, замѣченныхъ на пуццоланныхъ и цементныхъ массивахъ, употребляемыхъ при постройкѣ Одесскаго порта. . . . 127
- № 4. Выписка изъ журнала особой, командированной по распоряженію Г. Министра Путей Сообщенія, Коммисіи по вопросу о поврежденіяхъ въ кладкѣ надводныхъ стѣнокъ сооруженій Одесскаго порта 145

---

\*) Нынѣ Генераль-Маіоръ.

## Comptes-rendus de la Commission des Ciments.

(Présidence de M. N. Ghérsevanoff, Directeur de l'Institut Impérial des Ingénieurs  
des voies de Communication).

### S O M M A I R E:

Procès-verbal № 1 de la séance de la Commission des Ciments	1
” № 2 ” ” ”	29
” № 3 ” ” ”	55
” № 4 ” ” ”	71

### Annexes:

№ 1. Comité technique des Chemins de fer. Instruction circulaire en date du 7/19 Octobre 1881 № 11428 sur les conditions normales de réception et d'essais de ciments Portland. . . . .	97
№ 2. Étude sur la fourniture et les essais des ciments Portland destinés aux travaux maritimes en France par <i>M. V. E. Timonoff</i> . . . . .	107
№ 3. Mémoire sur les détériorations des blocs en ciment Portland et en pouzzolane dans les ouvrages du port d'Odessa par le Général <i>Chouliatchénko</i> . . .	127
№ 4. Extrait du rapport de la Commission chargée par Monsieur le Ministre des Voies de Communication de l'étude des causes des détériorations des maçonneries formant la superstructure des ouvrages du port d'Odessa présenté par <i>M. Brandt</i> . . . . .	145

- № 5. Изъ статьи Д. Д. Гнусина: «Обзоръ нѣкоторыхъ заграничныхъ портовъ», помѣщенной въ приложеніи къ журналу Министерства Путей Сообщенія 1884 г. . . . . 153
- № 6. Записка инженера Э. Г. Зброжека «О нѣкоторыхъ условіяхъ прочности гидротехническихъ сооруженій». . . . . 157
- № 7. Изъ статьи «Бетонныя работы при постройкѣ набережной въ городѣ Николаевѣ» Л. Бѣлявина; Журналъ Министерства Путей Сообщенія, № 4, 1889 г. . . . . 173
- № 8. Замятка объ испытаніи цемента и его приѣмкѣ. Инженера Г. С. Семиколѣнова . . . . . 179
- № 9. Записка Н. А. Бѣлелюбскаго по вопросу о химическомъ составѣ портландъ-цементовъ. . . . . 187
- № 10. Рапортъ инженера статскаго совѣтника Жирухина 191
- № 11. Таблица состава бетона съ расчетомъ количества щебня, песка и цемента на 1 куб. саж. бетона . 197
- № 12. Таблица вѣса куб. фута цемента въ пудахъ . . 203
- № 12 bis. Отношеніе Управленія работами по устройству Новороссійскаго порта г. Завѣдывающему Механической Лабораторіи Института Инженеровъ Путей Сообщенія Императора Александра I, инженеру Н. А. Бѣлелюбскому съ приложеніемъ двухъ актовъ и таблицы результатовъ испытанія бетонныхъ кубовъ . . . . . 206
- № 13. Техническія условія приѣмки портландъ-цементовъ для портовыхъ работъ. Съ двумя инструкціями. . . . . 211

II

№ 5. Extrait du Mémoire de <i>M. D. D. Gnoussine</i> sur quelques ports étrangers (Annales des Voies de Communication de 1884) . . . . .	153
№ 6. Mémoire sur les conditions de résistance des ouvrages hydrotéchniques par <i>T. G. Zbrojek</i> . . . . .	157
№ 7. Extrait de la notice de <i>M. Béliuvine</i> sur l'emploi du béton aux travaux du port de Nikolajef (Annales des Voies de Communication № 4, 1889) . . . . .	173
№ 8. Note sur les essais et la fourniture des ciments Portland par <i>M. G. E. Sémikolénoff</i> . . . . .	179
№ 9. Mémoire sur la composition chimique des ciments Portland par <i>M. N. A. Bélélubski</i> , Directeur du laboraroire d'essais de l'Institut des Ingénieurs des Voies de Communication . . . . .	187
№ 10. Rapport de M. l'Ingénieur, <i>Giroukhine</i> , Conseiller d'État . . . . .	191
№ 11. Tableau donnant les Quantités de pierres cassées, de sable et de ciment pour un sagène cube de béton dressé par <i>M. Luchtinn</i> . . . . .	197
№ 12. Tableau donnant le poids d'un pied cube des ciments Portland en pouds . . . . .	203
№ 12 bis. Lettre de la Direction des travaux du port de Novorossijsk à M-r Bélélubski avec deux procès-verbaux et un tableau constatant les résultats des essais de cubes en béton . . . . .	206
№ 13. Conditions techniques de reception des ciments Portland adoptées par la Commission des ciments avec deux instructions . . . . .	211

---

Печатано по распоряженію Института инженеровъ путей сообщенія  
Императора АЛЕКСАНДРА I.

---

Труды Коммисіи по вопросу о заготовленіи, поставкѣ и испытаніи  
портландъ-цемента для портовыхъ работъ.

---

Протоколъ № 1.

Засѣданія Коммисіи по вопросу о заготовкѣ, поставкѣ,  
пріемкѣ и испытаніи портландъ-цемента для порто-  
выхъ работъ.

*1 ноября 1889 г.*

Предсѣдательствовалъ: *М. Н. Герсевичъ.*

Присутствовали: *А. Р. Шуляченко.  
Н. А. Бьеллюбскій.  
А. Г. Нюбергъ.  
Ө. Г. Зброжекъ.  
Д. Ө. Жаринцовъ.  
Д. Д. Гнусинъ.  
И. В. Жирухинъ.  
А. А. Брандтъ.  
М. А. Ляхницкій.  
С. Ө. Глинка.  
В. Е. Тимоновъ.*

Обязанности Секретаря исполнялъ *Н. К. Дашинъ.*



Предсѣдатель Коммиссіи М. Н. Герсевановъ открылъ засѣданіе нѣсколькими словами, въ которыхъ очертилъ цѣль созыва настоящей Коммиссіи и характеръ предстоящихъ ей занятій.

Въ виду необыкновеннаго увеличенія въ послѣдніе годы количества употребляемаго на наши портовые работы порландскаго цемента, въ виду чрезвычайно важной роли, принадлежащей этому цементу именно въ портовомъ дѣлѣ, въ виду молодости нашего портового дѣла вообще и, наконецъ, въ виду немаловажныхъ затрудненій, встрѣчаемыхъ на портовыхъ работахъ при нынѣ дѣйствующемъ порядкѣ въ дѣлѣ пріемки цемента и оцѣнки его качества, настоящая Коммиссія, назначенная по приказанію Г. Министра отъ 27 сентября 1889 г. имѣетъ цѣлью пересмотрѣть дѣйствующія нынѣ по Министертву Путей Сообщенія постановленія объ испытаніи, поставкѣ и пріемкѣ цементовъ *собственно для портовыхъ работъ*. Кромѣ того, имѣя въ виду, что прочность и долговѣчность цементнаго раствора употребляемаго въ портовыхъ работахъ въ видѣ бетона или же въ бутовой кладкѣ, а также въ употребляемыхъ въ портовомъ дѣлѣ бутовыхъ массивахъ, въ значительной мѣрѣ зависятъ отъ состава и способа приготовленія раствора и бетона, а также отъ способа производства бутовой кладки, Коммиссіи предоставлено войти и въ разсмотрѣніе вліянія всѣхъ этихъ факторовъ на прочность портовыхъ сооружений.

Относительно собственно способовъ пріемки и испытаній цемента употребляемаго на портовые работы, имъ, Предсѣдателемъ, указано на вѣроятное преимущество пріемки и испытанія цементовъ на самыхъ цементныхъ заводахъ чрезъ особыхъ правительственныхъ инспекторовъ и на заподаженіе поставки цементовъ на портовые работы непосредственнымъ договоромъ между казною и цементными заводами, какъ это практикуется во Франціи. По этому имъ, Предсѣдателемъ, предварительно разсланы гг. членамъ Коммиссіи отписки статьи инженера Тимонова, знакомаго съ употребленіемъ порландскаго цемента на Лѣбавскихъ портовыхъ работахъ, а также и съ постановкою этого дѣла во Франціи. Статья эта напечатана въ журналѣ М. П. С.

Приложеніе № 2. въ № 33. 1889 и прилагается къ настоящему протоколу.

Вслѣдъ затѣмъ Г. Предсѣдатель предложилъ инженеру Тимонову сдѣлать краткое изложеніе содержанія его записки по вопросу о заготовкѣ, пріемкѣ и испытаніи порландъ-цементовъ, поступающихъ

на портовые работы во Франціи. Инженеръ Тимоновъ доложилъ слѣдующее:

Въ моей замѣткѣ „о заготовленіи и испытаніи поргландскихъ цементовъ для портовыхъ работъ во Франціи“, благосклонно представленной на благоусмотрѣніе гг. членовъ настоящей Коммисіи Г. Предсѣдателемъ ея тайн. сов. М. Н. Герсевановымъ, я имѣлъ честь указать тѣ выводы, къ которымъ я пришелъ изъ сравненія новѣйшихъ способовъ заготовленія и приѣмки цементовъ, примѣняемыхъ во Франціи, съ соотвѣтствующими нашими. Я остановился, именно, на слѣдующихъ обстоятельствахъ, которыя, мнѣ казалось, желательно было бы имѣть въ виду при выработкѣ новыхъ правилъ по этому предмету:

1-е чтобы цементъ поставлялся на работы русскими заводами по контрактамъ, заключеннымъ ими непосредственно съ правительствомъ;

2-е чтобы производство, храненіе и прочія заводскія операціи совершались подъ постояннымъ правительственнымъ надзоромъ;

3-е чтобы при приѣмкѣ производился химическій анализъ и допускаемое количество вредныхъ примѣсей было нормировано;

4-е чтобы сроки испытаній были увеличены, сообразно указаніямъ новѣйшихъ данныхъ.

Вполнѣ оставаясь при высказанномъ мной взглядѣ на несомнѣнную пользу принятія въ соображеніе приведенныхъ условій, я позволю себѣ привести здѣсь нѣсколько дополнительныхъ замѣчаній по этому вопросу на основаніи послѣднихъ свѣдѣній, полученныхъ мной на Парижскомъ Международномъ Конгрессѣ по портовымъ сооруженіямъ, и мнѣніи нѣсколькихъ выдающихся специалистовъ по портовому дѣлу, выслушанныхъ при недавнемъ посѣщеніи французскихъ и англійскихъ портовъ.

Какъ я имѣлъ честь указать поводомъ къ усиленному изученію вопроса о заготовкѣ и поставкѣ цементовъ для портовыхъ работъ, во Франціи послужили разрушенія сооруженій изъ бетона въ разныхъ портахъ и, въ особенности, набережныхъ въ Дюнкирхенѣ. Не входя въ подробности относительно этихъ печальныхъ фактовъ, всякое упоминаніе о коихъ не можетъ не быть непріятно авторамъ разрушившихся построекъ, я считаю себя, однако, вправѣ сказать здѣсь то, что было сообщено всѣмъ членамъ конгресса Дюнкирхенскими инженерами. Набережныя въ новомъ Дюнкирхенскомъ портѣ были устроены изъ *тощаго бетона* съ довольно *мелкимъ пес-*

*комъ.* Нѣсколько времени по ихъ окончаніи появились очевидные признаки разложенія раствора. Разложеніе начиналось на поверхности ввидѣ небольшой грязноватой бляшки, которая при изслѣдованіи оказывалась состоящей изъ легко разсыпающагося вещества. Это изъязвленіе распространялось быстро въ глубину и ширину тѣла набережной, близко напоминая по своему характеру процессъ гніенія, и влекло болѣе или менѣе значительныя обрушенія. Въ результатѣ оказалось необходимымъ перестроить всѣ выстроенныя на большомъ протяженіи стѣны, замѣнивъ ихъ каменными и понеся огромныя потери денегъ и времени.

Послѣ описаннаго несчастія въ Дюнкирхенѣ былъ начатъ рядъ опытовъ надъ бетономъ пострадавшихъ стѣнъ. Изъ различныхъ частей ихъ были вырѣзаны съ этой цѣлью большихъ размѣровъ кубы, которые подвергнуты затѣмъ дѣйствию морской воды въ различныхъ условіяхъ. Часть ихъ погружена въ воду вполне, другая вставлена въ отверстія въ стѣнкахъ ящиковъ съ водой, такъ что чрезъ бетонъ происходитъ непрерывное просачиваніе и т. п. Всѣ эти опыты показали, что склонность бетона къ разрушенію проявляется во всѣхъ частяхъ стѣнъ, какъ ближайшихъ къ внѣшней грани, такъ и внутреннихъ.

Для обстоятельнаго изученія и урегулированія вопроса о порландскомъ цементѣ въ портовомъ дѣлѣ, въ Парижѣ вмѣстѣ съ тѣмъ была образована комиссія „La commission des Ciments“, руководящая роль въ которой предоставлена профессору Ecole des Ponts et Chaussées г. Leon Dugand Claye, завѣдывающему Химической и Механической Лабораторіями Школы и Министерства Публичныхъ Работъ; кромѣ того, въ важнѣйшихъ портахъ, каковы Boulogne, Dunkerque, Dieppe, La Rochelle и др. устроены съ той же цѣлью спеціальныя механическо-химическія лабораторіи, изъ коихъ лабораторія въ Булони можетъ считаться однимъ изъ образцовыхъ учрежденій этого рода.

Существеннымъ послѣдствіемъ этихъ мѣръ были новыя условія заготовки и поставки цементовъ, о которыхъ я имѣлъ честь сообщить въ моей замѣткѣ. Комиссія продолжаетъ, однако, свою дѣятельность и по нынѣ, подвергая самымъ подробнымъ механическо-химическимъ изслѣдованіямъ всѣ сорта извѣстныхъ цементовъ и собирая всѣ данныя, которыя могутъ дать по этому предмету провинціальныя лабораторіи, строительная практика и, наконецъ, изслѣдованія цемент-

ныхъ заводовъ и ихъ лабораторіи. Изъ послѣднихъ протоколовъ коммисіи, сообщенныхъ членамъ Международнаго конгресса по портовымъ сооруже́ніямъ, заслуживаютъ особаго вниманія отчеты о болѣе усовершенствованныхъ способахъ изслѣдованія дѣйствія морской воды на растворы. Для выполненія этого дѣйствія нормальныя французскія условія предписываютъ употребленіе цементной лепешки, изготовленной на стеклянной пластинкѣ, какъ это дѣлается и у насъ. Показатель этотъ оказывается, однако, недостаточно чувствительнымъ, въ особенности при кратко-срочныхъ испытаніяхъ. Въ настоящее время пользуются еще слѣдующими двумя приемами. Во 1-хъ изготовляютъ длинные тонкіе цементные стержни, которые подвергаютъ дѣйствию воды, холодной и горячей, или особыхъ растворовъ въ стеклянныхъ трубкахъ, снабженныхъ приспособленіемъ для указанія удлиненія стержня. При такой формѣ образца всѣ измѣненія объема проявляются въ очень рѣзко обозначенныхъ искривленіяхъ и увеличеніи длины. Во 2-хъ дѣлаютъ образцы, имѣющіе такую форму, которая позволяла бы пропускать сквозь нихъ воду или особые растворы подъ нѣкоторымъ давленіемъ, и подвергаютъ ихъ подобнымъ испытаніямъ въ различныхъ обстоятельствахъ: погруженными въ воду вполнѣ, отчасти и т. д. Образцамъ, испытываемымъ фильтраціей, первоначально придавалась форма цилиндрическихъ бутылокъ со стѣнками различной толщины (2—9 см); къ верхней части цилиндра прикрѣплялась стеклянная трубка, посредствомъ которой образецъ можно было сообщить съ резервуаромъ воды или раствора. Резервуаръ помѣщается на высотѣ отъ 0,20 м до 1,20 м надъ цилиндрами, имѣя высоту 1 м; такимъ образомъ давленіе въ образцѣ измѣняется отъ 0,20 м до 1,20 м; кромѣ того по вечерамъ сообщеніе съ резервуаромъ прекращается. Эти измѣненія давленія имѣютъ ту хорошую сторону, что приближаетъ опытъ къ дѣйствительности. Теперь, вмѣсто новыхъ цилиндрическихъ образцовъ, нашли возможнымъ употреблять кубическіе сплошные (стор. 7 см.) на которыхъ просто укрѣплена цементомъ стеклянная трубка діам. 0,035 м. и высотой 0,12 м. Трубка наполняется водой по мѣрѣ опорожненія (3 раза въ день). Если желательно, то можно соединить ее и съ резервуаромъ. Этотъ упрощенный способъ далъ очень хорошіе результаты и применяется теперь почти исключительно. Для изслѣдованія сопротивляемости цементовъ химическимъ вліяніямъ употребляется морская вода и растворъ сѣрно-кислаго магнезія (2 грамма безводной соли на

литрѣ воды). Употребленіе послѣдняго имѣетъ цѣлью воспроизвести искусственно одинъ изъ химическихъ процессовъ, происходящихъ при взаимодействіи морской воды и цементнаго раствора, но усиливъ энергію разрушающихъ элементовъ и ускоривъ этимъ значительно ходъ процесса разложенія. Испытанія растворовъ посредствомъ фильтраціи, насколько позволяютъ судить многочисленныя уже результаты, приводимыя въ протоколахъ французской цементной комиссіи, представляются превосходнымъ средствомъ для выясненія *относительныхъ* достоинствъ различныхъ цементовъ и растворовъ. Мнѣ кажется, поэтому, что ихъ было бы также полезно включить въ имѣющіяся бытъ выработанными новыя постановленія, произведя предварительно, конечно, необходимыя подготовительныя лабораторныя опыты для установленія нормъ.

Исслѣдованія портландскихъ цементовъ фильтраціоннымъ процессомъ привели уже теперь французскихъ инженеровъ къ заключенію что *вся портландскіе цементы разрушаются подѣ дѣйствіемъ морской воды*. Разрушеніе наступаетъ болѣе или менѣе медленно въ зависимости отъ качествъ цемента и различныхъ другихъ причинъ, но оно неминуемо. Въ числѣ причинъ, сильно вліяющихъ на долговѣчность раствора весьма важной, оказалась относительная измелченность песка. *Если песокъ мелокъ, то разрушеніе наступаетъ очень быстро*, даже при большой пропорціи цемента. *При замѣнѣ морской воды растворомъ сѣрниоокислаго магнезія процессъ разложенія чрезвычайно ускоряется*. Наблюденія надъ различными портовыми сооруженіями изъ бетона и надъ пробными массивами, опущенными для изслѣдованія въ морскую воду въ разныхъ мѣстахъ французскихъ береговъ океана и подтверждаютъ печальный выводъ только что приведенныхъ опытовъ: *нѣтъ портландскаго цемента, о которомъ можно было бы сказать, что онъ не разрушается подѣ дѣйствіемъ морской воды*. Мнѣ кажется, однако, что это не должно нисколько пугать портовыхъ строителей. Нужно только, какъ указываетъ М. Н. Герсевичъ, *отказаться à priori отъ мысли устраивать вѣчныя сооруженія, ограничиваясь постройкой сооружений прочныхъ и способныхъ существовать достаточно долго, чтобы окупить затраченные на нихъ капиталы и принести ту долю пользы, которую слѣдуетъ отъ нихъ требовать*. Весьма возможно, что при непрерывно-совершенствующихся практикѣ и теоріи цементнаго дѣла мы со временемъ будемъ имѣть растворы безпредѣльной долговѣчности.

Но даже и теперь, при современныхъ условіяхъ, ввиду огромныхъ услугъ, оказанныхъ портовому дѣлу употребленіемъ портландскихъ цементовъ, мнѣ кажется, есть всѣ основанія стремиться къ возможному распространенію у насъ этого продукта, который позволяетъ создавать крайне быстро и экономично при самыхъ затруднительныхъ условіяхъ всѣ портовые сооруженія. Англичане, эти великіе мастера портостроительнаго искусства, давно остановились на этомъ взглядѣ и вездѣ, гдѣ отсутствіе камня или его дороговизна, дѣлали его употребленіе невыгоднымъ, энергично пользовались бетономъ, дѣлая изъ него молы, набережныя доки и проч. И въ настоящее время можно видѣть обширныя примѣры такихъ работъ въ Англии въ Newhaven, на Manchester Ship Canal и пр.

Задача инженеровъ, на сколько мнѣ кажется, должна сводиться при употребленіи современныхъ цементовъ прежде всего къ тому, чтобы *употреблять въ дѣло возможно хорошій продуктъ*, т. е. представляющій возможно большую сопротивляемость механическимъ и химическимъ агентамъ разрушенія, или, другими словами, къ урегулированію заготовленія, поставокъ и приемоковъ, что и составляетъ вопросъ, возбужденный г. Предсѣдателемъ и предложенный на разрѣшеніе г. г. членамъ настоящей комиссіи.

Затѣмъ, слѣдующая задача портовыхъ строителей—это рациональное пользованіе хорошимъ цементомъ, т. е. опредѣленіе въ каждомъ данномъ случаѣ пропорцій составныхъ частей раствора, изготовленіе его и употребленіе въ дѣло съ соблюденіемъ при каждой изъ этихъ операций того непремѣннаго условія, чтобы въ предѣлахъ допустимаго расхода получить сооруженіе, возможно прочное и долговѣчное. Нужно сознаться, что ни строительная практика, ни теоретическія изслѣдованія до настоящаго времени не дали по этому вопросу вполне удовлетворительныхъ указаній. Заграничныя строители, во всякомъ случаѣ, имѣютъ передъ нами то большое преимущество, что ихъ нормы освящены въ каждомъ портѣ извѣстной рутинной давностью. У насъ нѣтъ даже этого. Въ нашихъ проектахъ пропорціи растворовъ принимаются *au jugé*, такъ сказать, на-угадъ, и поэтому въ одномъ и томъ-же портѣ, при однихъ и тѣхъ-же условіяхъ, можно встрѣтить значительныя разницы въ этомъ отношеніи.

При крайней молодости нашего портоваго дѣла мы еще не можемъ, *къ счастью*, указать рѣзкихъ случаевъ вредныхъ послѣдствій такого порядка вещей. Тѣмъ не менѣе и съ этой стороны есть уже

указанія, что вопросъ объ урегулированіи нормъ и способовъ употребленія растворовъ назрѣлъ, и я позволяю себѣ высказать въ заключеніе мое убѣжденіе, что чѣмъ скорѣе будутъ приняты мѣры къ его изслѣдованію и разрѣшенію, тѣмъ болѣе выиграетъ отъ этого наше развивающееся портовое дѣло.

*Д. Д. Гнусинъ* указываетъ, что выраженный въ прочитанной запискѣ инж. Тимановымъ мрачный взглядъ на употребленія цементовъ въ приморскихъ постройкахъ не вполне подтверждается строительной практикой; такъ римскія постройки, возведенныя на римской пуццоланѣ сохранились безъ особенныхъ поврежденій.

*Д. О. Жаринцовъ* приводитъ въ видѣ возраженія, что Тейльская известь также сохраняется отлично подъ водой и оказываетъ признаки разрушенія только въ надводныхъ частяхъ сооружений, гдѣ разрушающимъ образомъ, по его мнѣнію, дѣйствуетъ на эту известь морозъ.

*Н. А. Бтлелюбскій*, ссылаясь на то, что настоящая коммисія вызвана вслѣдствіе возбужденнаго вопроса о неполнотѣ существующихъ у насъ общихъ условій приемки цементовъ по сравненію съ французскими условіями специально выработанными для портовыхъ работъ, приводитъ результаты нѣкоторыхъ французскихъ опытовъ надъ растворами съ морской водой, о чемъ докладывалось на бывшемъ въ Парижѣ въ Сентябрѣ строительномъ конгрессѣ. Результаты опытовъ произведенныхъ въ Парижской Лабораторіи и правительственныхъ портовыхъ лабораторіяхъ, а также опытовъ Кандло, химика на Булонскомъ заводѣ, помѣщены въ изданіи М-ва публичныхъ работъ: *Commission des ciments—documents lus à la séance du 5 Juin 1889.*

*Сравнительные опыты съ цементами на прѣсной и морской водѣ.*

Опыты эти производились Кандло съ 1886 г. на разрывъ и раздробленіе надъ 143 пробами цементовъ различныхъ заводовъ. Для каждой пробы цемента дѣлались 4 разряда опытовъ:

- |                                   |                               |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| 1) чистый цементъ на прѣсной водѣ | } погруженіе въ прѣсную воду. |
| 2) растворъ 1:3 на прѣсной водѣ   |                               |
| 3) чистый цементъ на морской водѣ | } погруженіе въ морскую воду. |
| 4) растворъ 1:3 на морской водѣ   |                               |

Испытаніе велось въ обычные сроки съ 7 дней до 5 лѣтъ.

Песокъ употреблялся природный безъ просѣвки или французскій нормальный (черезъ 2 сита).

Цементы, употребленные для опытовъ были:

- а) сильно обожженные изъ отборнаго матеріала,
- в) обыкновеннаго хорошаго сорта, съ тонкимъ помоломъ.
- с) обыкновеннаго хорошаго сорта, съ крупнымъ помоломъ,
- д) низшаго сорта.

Результаты этихъ опытовъ были выражены графически.

По этимъ опытамъ между прочимъ оказалось:

Для чистаго цемента на прѣсной водѣ сопротивление разрыву достигаетъ maximum скорѣй для цемента высшаго качества и цемента съ тонкимъ помоломъ, чѣмъ для цемента крупноизмолотаго; къ концу-же года сопротивление ихъ почти сближается.

Для растворовъ 1:3 на прѣсной водѣ наибольшее сопротивление получается для цемента съ тонкимъ помоломъ.

Въ результатахъ опытовъ на морской водѣ выдающимся фактомъ является постоянно повторявшееся паденіе сопротивления чистаго цемента прѣмѣрно послѣ 6 мѣсяцевъ, при одновременномъ возрастаніи сопротивления растворовъ съ пескомъ 1:3 и отсутствіе пониженія въ ихъ сопротивленія.

Объяснить это обстоятельство признается затруднительнымъ, оно не происходитъ отъ какого-либо измѣненія цемента, такъ какъ въ образцахъ не замѣчалось разложенія; притомъ если-бы разложеніе и имѣло мѣсто, то въ началѣ оно все же не влекло-бы за собой замѣтнаго паденія сопротивленія.

По заявленію Кандло разрушеніе цементныхъ образцовъ всегда происходитъ отъ избытка извести, который можетъ быть въ 3-хъ видахъ 1) цементы слабо обожженные и затворенные вскорѣ послѣ измола: известь входитъ тогда въ соединенія весьма непостоянныя и дѣйствіе на нее сѣрнокислой магнезій быстро и велико; 2) цементы хорошо обожженные, содержащіе избытокъ свободной извести; въ этомъ случаѣ свободная известь медленно переходитъ въ гидратъ послѣ схватыванія и производитъ разбуханіе раствора; 3) цементы съ избыткомъ извести, причѣмъ послѣдняя гидротизировалась ранѣе затворенія. Въ первыхъ двухъ случаяхъ происходитъ глубокое измѣненіе образцовъ, трещины появляются по всей массѣ и сопротивление быстро падаетъ до нуля; въ послѣднемъ случаѣ разложеніе идетъ очень медленно; оно начинается по ребрамъ и не сопровождается уменьшеніемъ сопротивления въ теченіи довольно долгаго времени.



И такъ паденіе сопротивленія чистаго раствора на морской водѣ не сопровождается какимъ либо измѣненіемъ химическаго состава и только замѣчается переходъ сложенія въ стекловатое, отражающееся неправильностями на сопротивленіе разрыву.

Произведенные опыты Кандло (въ Булони) приводятъ къ *слѣд. заключеніямъ*:

Паденіе сопротивленія чистаго цемента на морской водѣ не слѣдуетъ считать угрожающимъ признакомъ (*symptome alarmant*) и потому нѣтъ причины придавать значеніе результатамъ въ большіе сроки, а принимать въ расчетъ только результаты опытовъ въ 7—28 дневные сроки.

Тонкость помола улучшаетъ безспорно сопротивленіе растворовъ на прѣсной водѣ; *но для работъ портовыхъ не представляется необходимымъ чрезвычайная тонкость помола*, за исключеніемъ случая, когда требуется имѣть значительное сопротивленіе цемента въ первые-же сроки употребленія его въ дѣло.

Въ техническихъ условіяхъ достаточно относительно помола требовать остатокъ на ситѣ въ 900 отверстій не болѣе 10%; такого рода цементъ соотвѣтствуетъ Министерскимъ требованіямъ (*cahier des charges des Ponts et chaussés*) *относительно сопротивленія растворовъ 1:3*.

Для сужденія о крѣпости цемента совершенно достаточно имѣть сопротивленіе въ 7 и 28 дней, если только имѣется въ виду констатировать какую энергію способенъ цементъ выказывать черезъ извѣстное время, а вовсе не искать въ опытахъ на крѣпость какихъ либо указаній относительно обжига, правильности состава и проч., ибо, какъ видно, цементы, способные разрушаться, могутъ давать высокія сопротивленія, а можетъ быть и обратное.

Недостатки обжига или несовершенство состава могутъ быть обнаружены другимъ путемъ и наиболѣе рѣзкія указанія относительно присутствія свободной извести даетъ проба кипяченіемъ (*à l'eau chaude*), предложенная раньше какъ проба на крѣпость; въ смыслѣ же послѣднемъ эта проба повидимому не даетъ рѣзкихъ указаній.

Присутствіе *свободной извести*, въ цементѣ при производствѣ испытанія на морской водѣ легко обнаруживается на *лепешкѣ, погруженной въ морскую воду*; что-же касается опытовъ на прѣсной водѣ, то этого недостаточно, и *проба кипяченіемъ (à l'eau chaude)* будетъ въ данномъ случаѣ очень полезна.

Къ этому *Н. А. Блелюбскій* присовокупилъ, что на основаніи личной бесѣды съ Кандло при поѣздкѣ его осенью 1889 г. во Францію, а также осмотра его лабораторныхъ работъ, слѣдуетъ заключить, что не представляется вовсе необходимымъ для портовыхъ работъ опыты на крѣпость производить на морской водѣ, *за исключеніемъ, развѣ, пробъ на схватываніе и постоянство объема.*

*Г. Предсѣдатель* указываетъ, что въ Россіи фактъ поврежденія бетона изъ портландскаго цемента обнаружился впервые въ Одессѣ въ 1872 г.

*А. Р. Шуляченко:* Не соглашаясь со взглядамъ французскихъ инженеровъ на портландъ-цементъ, напоминаетъ, что однажды французы уже внесли въ цементное дѣло смуту, продолжавшуюся до 1856 года. На основаніи лабораторныхъ изслѣдованій Вика, Ривье, Риво и др., изслѣдованій неполныхъ и не соответствующихъ дѣйствительнымъ условіямъ употребленія гидравлическихъ растворовъ въ морскихъ сооруженіяхъ, французскіе инженеры потеряли увѣренность въ прочности морскихъ сооруженій, возведенныхъ на гидравлическихъ растворахъ, какъ изъ гидравлическихъ известей, цементовъ, такъ даже и изъ пуццоланъ (Римской, Неаполитанской пуццоланы). Къ счастью въ Англіи къ этому времени упрочилось производство портландъ-цементовъ и прекрасныя свойства этихъ цементовъ, неразрушаемость ихъ въ морской водѣ дали возможность англичанамъ, продолжая развитіе цементнаго производства, лишить вопросъ о разрушеніи цементовъ солями морской воды его остраго характера; и примѣры сооруженій отлично сохранившихся въ морской водѣ изъ портландъ-цементовъ окончательно успокоили строителей.

Далѣе *А. Р. Шуляченко*, указавъ на то, что не только качество цемента, но и способы производства работъ имѣютъ существенное вліяніе на прочность постройки и на ея долговѣчное существованіе, по предложенію г. Предсѣдателя прочелъ свою записку, причемъ заявилъ, что записка составлена имъ 17 лѣтъ тому назадъ, но не утратила и теперь въ цѣломъ своего значенія, хотя нѣкоторые взгляды измѣнились съ теченіемъ времени.

(Записка *А. Р. Шуляченко* помѣщена въ приложеніяхъ).

Приложеніе № 3.

*Д. О. Жаринцовъ* говоритъ, что изслѣдованія въ вѣ Поті, сдѣланныя Бахметевымъ, указали, что избытокъ свободной извести въ цементѣ можетъ быть причиною разрушенія цементнаго раствора.

Ө. Г. Зброжекъ сообщаетъ, что изъ личныхъ наблюденій онъ пришелъ къ тѣмъ же заключеніямъ какія указываетъ въ своей запискѣ А. Р. Шуляченко и что для прочности и долговѣчности бетона главнымъ условіемъ является возможно большая водонепроницаемость его, что особенно важно въ приморскихъ сооруженіяхъ и плотинахъ. Въ Новороссійскѣ пришлось придти къ тому же заключенію, а именно: *тѣмъ болѣе бетонъ водонепроницаемъ, тѣмъ легче черезъ него происходитъ фильтрація воды и тѣмъ легче онъ разрушается.*

А. А. Брандтъ указываетъ, что водонепроницаемость бетона служить причиною разстройства сооруженій, и что къ такому же выводу пришли и французскіе инженеры.

Ө. Г. Зброжекъ обращаетъ вниманіе на то, что, кромѣ состава раствора и породы камня, большое вліяніе на прочность сооруженія имѣетъ самое производство работы. Такъ напримѣръ, при производствѣ кладки часто практикуется заливка и выравниваніе каждаго ряда жидкимъ растворомъ; слой этого раствора отстаеъ отъ камня, когда рабочіе по немъ ходятъ, и, положенный на немъ на растворѣ, слѣдующій рядъ камней не получаетъ надлежащей связи съ предшествовавшимъ ему рядомъ. Чтобы достигнуть надлежащей связи между рядами камней необходимо каждый рядъ класть на свѣжемъ растворѣ, по чистой, выметенной вѣниками, верхней постели предъидущаго ряда.

Н. А. Бьеллюбскій сообщаетъ далѣе результаты французскихъ изслѣдованій о вліяніи песка на сопротивленіе растворовъ и о количествѣ воды потребномъ для затворенія. Опыты производились Кандло (Булонь) и Александромъ (Діеппъ) въ виду опредѣленія пропорціи растворовъ цементныхъ и известковыхъ, наиболѣе соответствующей сопротивленію дѣйствию морской воды. Заключение получается слѣдующее:

1) Для портовыхъ работъ уже установилось, что растворы должны быть *возможно болѣе непроницаемы*; минимум цемента въ растворѣ должно быть 600 кіл. на одинъ куб. метръ песку;\*) *мелкіе пески должны быть безусловно изгнаны изъ употребленія*, даже при болѣе жирной пропорціи составныхъ частей раствора;

2) Для гидравлическихъ известей:

Повидямому наилучшій результатъ даетъ пропорція въ 350—450

---

\*) Это составляетъ примѣрно отнош. 1:2,7 смѣся (вѣсъ песка около 1650 вкл.)

лпл. извести на одинъ куб. метръ песка (средняго вѣса). Эта пропорція обыкновенно и употребляется въ практикѣ.

3) Въ случаѣ работъ, гдѣ не приходится заботиться о непроницаемости растворовъ, а только объ ихъ крѣпости, пропорцію можно значительно уменьшить, особенно для цементовъ при тонкомъ помолѣ самого цемента.

Опыты Кандло о вліяніи количества воды на сопротивленіе растворовъ показываютъ, подобно найденному и инженеромъ Александръ, что гораздо менѣе вредно отзывается излишекъ воды при затвореніи, чѣмъ употребленіе малаго количества воды (слишкомъ сухой растворъ). Растворъ долженъ быть приготовленъ съ такимъ количествомъ воды, чтобы будучи надлежащимъ образомъ перемѣшанъ, онъ представлялъ, извѣстную пластичность и чтобы вода притекала къ поверхности. Степень перемѣшиванія раствора измѣняется съ характеромъ работы и, чѣмъ сильнѣе перемѣшиваніе, тѣмъ менѣе нужно брать воды для затворенія \*). Для обыкновенной кладки слѣдуетъ разсчитывать только на надавливаніе производимое нѣсколькими ударами молотка каменьщика, слѣд. необходимо брать больше воды для затворенія. Въ случаѣ растворовъ, сильно нажатыхъ, необходимо затворять растворъ довольно сухо, иначе вода будетъ притекать къ поверхности съ первыхъ же ударовъ лопатки и достаточно полного нажатія раствора не будетъ. Опыты Кандло относительно перезатворенія показали что въ портовыхъ работахъ перезатвореніе (rebattage) рѣшительно должно быть избѣгаемо; въ такихъ растворахъ вначалѣ сопротивленіе ослаблено немного, но затѣмъ разрушеніе наступаетъ быстро.

*С. Θ. Глинка.* Испытаніе гидравлическихъ растворовъ на дѣйствіе искусственно приготовленной морской воды въ лабораторіяхъ является лишь крайне недостаточною имитациею тѣхъ условій, въ которыхъ эти растворы находятся при употребленіи ихъ на практикѣ, такъ какъ въ морской водѣ вообще всегда заключается *углекислота*. Не говоря уже о томъ, что условія лабораторныхъ опытовъ совершенно исключаютъ механическое дѣйствіе прибоя на массу, которая еще не успѣла отвердѣть въ достаточной степени. Морская вода, употребляемая въ лабораторіяхъ, не представляетъ въ точности свойствъ воды, находящейся въ данномъ морскомъ бассейнѣ.

---

\*) Что заявлено было и въ настоящемъ засѣданіи (Жаринцовъ).

Изъ замѣчанія А. Р. Шуляченко видно, какое существенное значеніе приходится давать свободной или полусвободной углекислотѣ, находящейся въ морской водѣ; очевидно, въ лабораторныхъ опытахъ вліяніе и этого фактора приходится исключить въ большей или меньшей степени, а, быть можетъ, и совершенно. Нѣтъ сомнѣнія, что во всякомъ явленіи такого порядка, къ какому приходится отнести случаи разрушенія приморскихъ сооружений, воздвигаемыхъ на данномъ цементѣ, существенно обратить вниманіе на совокупность факторовъ, обуславливающихъ ходъ даннаго явленія, а очевидно, комбинированіе этихъ факторовъ въ лабораторіяхъ въ соответствующемъ соотношеніи является весьма затруднительнымъ. Этимъ, по всѣмъ вѣроятіямъ, и приходится объяснить такія парадоксальныя явленія, что образцы цементовъ, затворенныя на морской водѣ и въ ней сохраняемые, могутъ давать хорошіе результаты, а на практикѣ разсматриваемый цементъ подвергается разрушенію. Для каждаго ясно, что нѣтъ недостатка въ конкретныхъ примѣрахъ для подтвержденія этого взгляда.

*Г. Предсѣдатель* указываетъ, что приведенныя г. Тимоновымъ разрушенія Дюнкирхенскихъ набережныхъ, построенныхъ изъ *тощаго бетона съ мелкимъ пескомъ* въ значительной мѣрѣ объясняются высказанными уже въ Комиссіи мнѣніями, что для прочности бетона въ портовыхъ работахъ онъ долженъ быть *водонепроницаемъ*, т. е. *не долженъ быть тощимъ* и что для прочности его необходимо *избѣгать употребленіе мелкаго песку*.

*А. А. Брандтъ*, указавъ на поврежденіе въ надводной части Одесскаго мола, причѣмъ наптаный водою, приходящій въ разрушеніе растворъ, получаетъ черный цвѣтъ, читаетъ выдержки изъ журнала совѣщанія особой, командированной по распоряженію Г. Министра Путей Сообщенія, комиссіи по вопросу о поврежденіяхъ въ кладкѣ надводныхъ стѣнокъ сооружений Одесскаго порта отъ 16-го Августа 1889 года.

Приложеніе № 4. (Выписка изъ этого журнала помѣщена въ приложеніяхъ).

Во время чтенія извлеченій изъ упомянутаго протокола члены комиссіи разсматривали образцы Аккерманскаго камня и раствора употребленныхъ для этой кладки. Растворъ оказался совершенно твердымъ.

*Д. О. Жаринцовъ* положилъ одинъ кусокъ засохшаго раствора въ

воду, чтобы узнать насколько онъ становится слабымъ, когда пропитанъ водой. Но передъ окончаніемъ засѣданія коммисіи, т. е. часа черезъ два, растворъ, хотя, и оказался нѣсколько напитаннымъ водой, но свою крѣпость измѣнилъ очень незначительно. Разсматривая куски раствора А. Р. Шуляченко напелъ, что толщина ихъ указываетъ на слишкомъ толстые швы бутовой кладки.

Далѣе А. Р. Шуляченко, убѣдившись личнымъ опытомъ, находить что возведеніе надводной кладки въ приморскихъ постройкахъ значительно затруднительнѣе, чѣмъ это кажется, тѣмъ болѣе, что многіе, считая работу эту болѣе легкою, чѣмъ подводную, обращаютъ на нее меньше вниманія. Какъ только начинается волненіе, вода начинаетъ перекачиваться черезъ возводимую стѣнку, рабочіе бѣгутъ съ работъ. Вода вымываетъ растворъ изъ только что выведенной кладки. Когда волненіе уляжется, рабочіе возвращаются и продолжаютъ прерванную работу, не заботясь о тѣхъ измѣненіяхъ въ кладкѣ и растворѣ, которыя произвело волненіе.

Д. О. Жаринцовъ обращаетъ особое вниманіе на осадку, происходящую въ сооруженіяхъ, какъ на одну изъ главныхъ причинъ поврежденій.

Д. Д. Гнусинъ возражаетъ на это, указывая, что въ Одессѣ всѣ набережныя возведены на сваяхъ, такъ что осадку сооруженія можно считать устраненной, но тѣмъ не менѣе поврежденіе существуетъ.

Г. Предсѣдатель указываетъ, что въ Одессѣ надводная кладка въ рейдовомъ молѣ состоитъ изъ отдѣльно положенныхъ въ діагональномъ направленіи бетонныхъ массивовъ, промежутки между ними заполнены бутовой кладкой, которая по этому не представляетъ монолитности, и въ этомъ видитъ одну изъ причинъ поврежденій. Такія же поврежденія и по тѣмъ же причинамъ замѣчены и въ надводной кладкѣ Либавскаго южнаго мола. Поэтому при исправленіи надводной кладки Одесскихъ моловъ существующіе въ ней бетонные массивы должны быть вовсе устранены изъ нея.

А. А. Брандтъ говоритъ, что г. Шевцовъ приписываетъ всѣ поврежденія, происшедшія въ Одесскомъ рейдовомъ молѣ свойствамъ камня.

Д. Д. Гнусинъ приводитъ случай поврежденій сооруженія тоже выстроеннаго изъ массивовъ на сваяхъ, а именно полузапруда въ

**ТАБЛИЦА**

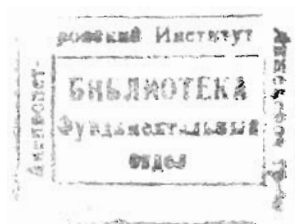
(изъ Minutes of Proceedings of the Institution of Civil Engineers).

пропорціи каменныхъ матеріаловъ на одну часть цемента при употребленіи бетона на новѣйшихъ портовыхъ работахъ.

87886

№ №	Названіе мѣста.	Песокъ.	Щебень или голышъ.	Камень.	Балласть.	ЗАМѢТКИ.
1	Абердинъ. Массивы (1873—75) . . . . .	4	5	—	—	песокъ хорошій; голышъ очень гладкій.
	Монолитъ (1875—77) . . . . .	3	4	—	—	монолитъ строился въ предѣлахъ прилива.
	Мѣшки (1876—78) . . . . .	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	—	—	мѣшки прямо въ воду.
2	Амстердамъ. Массивы (1872—78) . . . . .	3	5	—	—	песокъ плохой, щебень битый, базальтовый.
3	Дублинъ. Массивы (1872—80) . . . . .	2,8	7,0	—	7	балласть смѣсь песку, не особенно хорошаго, съ голышемъ.
4	Нуррачи. Массивы (1874—75) . . . . .	4	5 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	3 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	—	
5	Мадрасъ. Массивы (1880—86) . . . . .	2	5	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	—	
6	Нолombo. Массивы (1880—86) . . . . .	2	6	—	—	песокъ крупный; Щебень битый, гнейсовый. Массивы превосходны.
7	Ньюгавенъ. Мѣшки и монолитъ (1883—1886) . . . . .	2	5	—	—	Песокъ плохой; голышъ очень гладкій, средней величины.
8	Чатамъ. Стѣны доковъ. . . . .	4,8	12,0	—	12	Балласть не особенно хорошій; смѣсь песку съ гладкимъ голышемъ, для облицовки взять промытый песокъ и дробленный шлакъ.
	Облицовка стѣнъ (1878—86) . . . . .	2	4	—	—	
	Болѣе важныя части стѣнъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ . . . . .	3,6	9,0	—	9	
9	Портсмуть. Дюковья стѣны (1878—1886) . . . . .	4,4	11,0	—	11	Балласть не лучше Чатамскаго.
10	Фрезебургъ и Букии (1880—1882) . . . . .					
	Литой монолитъ. . . . .	1,6	4,0	—	4	Балласть чистый съ крупнымъ пескомъ . . . . .
	Подводный и облицовка . . . . .					
	Внутренность. . . . .	4,8	12,0	—	12	Бетонъ лился въ воду прямо вагонами безъ трубъ.

Примѣчаніе. 1 часть балласта слѣдуетъ считать за 1 часть голыша и 0,4 части песку.—По этому расчету поставлены цифры курсивомъ.



Николаевъ, у конца портовой набережной, которая крошится, тогда какъ гранитная набережная стоитъ совершенно прочно.

*А. А. Брандтъ* высказываетъ предположеніе, что въ такомъ случаѣ остается допустить динамическое дѣйствіе волнъ и вліяніе воды и мороза.

*Д. Д. Гнусинъ* видитъ въ пористости Аккерманскаго камня нѣкоторую причину поврежденія кладки въ Одесскихъ молахъ.

*Н. А. Бьеллюбскій* читаетъ описаніе Аккерманскаго камня помѣщенное въ VII выпускѣ „Сборника Института Инженеровъ Путей Сообщенія“ „Механическая лабораторія“. „Главнымъ инженеромъ Новороссійскихъ коммерческихъ портовъ ген.-лейт. Гора (1879—1881) были доставлены въ Лабораторію образцы камня для постройки въ Одесскомъ портѣ волнолома: Аккерманская плита—для булыгъ, тесанной плиты и щебня. Аккерманскій камень желтаго, грязно-сѣраго цвѣта, состоитъ почти изъ чистой углекислой извести съ небольшою примѣсью глины и песку, съ большими пустотами; неправильные комки цементированы кристаллами углекислой извести слабого сложения, по нимъ происходитъ и изломъ камня. Сопротивленіе камня слабое—49 пуд.“.

*А. А. Брандтъ* говоритъ, что если бы облицовка надводныхъ частей была сдѣлана изъ гранита, то разрушеній не было бы.

Мнѣніе это было поддержано большинствомъ, при чемъ высказано, что облицовку надводныхъ частей приморскихъ сооруженій предпочтительно дѣлать изъ гранита, причемъ прочность и долговѣчность сооруженія вполне обезпечена.

*А. Р. Шуляченко* указываетъ, что раковистые известняки всегда бывають покрыты пылью; поэтому растворъ къ нимъ плохо пристаеетъ не смотря на ихъ пористость.

*Г. Предсѣдатель* замѣчаетъ, что въ такомъ случаѣ Аккерманскій камень вовсе не долженъ быть болѣе употребляемъ въ дѣло.

*А. Р. Шуляченко* утверждаетъ, что карьеры его истощились и что этого камня больше нѣтъ.

*Г. Предсѣдатель*, желая выяснитъ наиболѣе желательную пропорцію въ бетонѣ цемента, песку и щебня проситъ *Д. О. Жаринцова* прочесть составленную имъ таблицу пропорціи каменныхъ матеріаловъ на одну часть цемента при употребленіи бетона на новѣйшихъ портовыхъ работахъ:



При постройкѣ Севастопольскихъ доковъ употреблялся бетонъ двухъ составовъ:

1) для облицовокъ, толщиною около 2 футь, по обѣимъ сторонамъ доковыхъ стѣнъ:

Цементъ . . . . .	1 часть
Песку . . . . .	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> „
Гравія . . . . .	2 „
Голыша . . . . .	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> „

2) Для внутренности кладки:

Цементъ . . . . .	1 часть
Песку . . . . .	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> „
Гравія . . . . .	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> „
Голыша . . . . .	6 „

Гравій не крупнѣ грецкаго орѣха; голышъ до величины средняго булыжнаго камня.

Цементъ англійскій завода Брукса; песокъ мѣстный, довольно чистый, ракушечный.

При постройкѣ Варшавской крѣпости, для сводовъ казематовъ употребляютъ бетонъ:

Цементъ . . . . .	1 часть
Песку . . . . .	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> „
Битаго щебня . . . . .	6 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> „

По заявленію строителя инж. полковника Вернандера бетонъ безусловно плотный и весьма крѣпкій, хотя на кубическую сажень идетъ только 97 пудовъ цемента.

### Разныя данныя.

1. *Постепенность возрастанія твердости цемента (изъ оп. Гранта).*

Черезъ 7 дней	1	2	3	4	5	} сорга цемента по порядку степеня сопротивленія.
„ 30 „	3	2	5	1	4	
„ 60 „	3	1	4	5	2	
„ 90 „	4	1	5	2	3	

2. Вліяніе мелкості излома (изъ опыт. Гранта).

Отсѣвъ на ситѣ 400 въ кв. с. — 24,6% — 19% — 6,7% — 12%  
Сопротивленіе разрыву съ

3 частями песка черезъ 28 дней	— 121	— 133	— 62	— 214
„ 3 мѣс.	— 179	— 165	— 133	— 211
Чистаго цемента черезъ 7 дней	— 551	— 442	— 558	— 451

3. Сравненіе сопротивленія черезъ 7 и 28 дней чистаго цемента.

Черезъ 7 дней	— 442	черезъ 28	— 728
„ 7 „	— 614	„ 28	— 731
„ 7 „	— 527	„ 28	— 730
„ 7 „	— 542	„ 28	— 735

Колебанія до 40%

4. Сопротивленіе растворовъ (изъ опыт. Гранта).

ЧЕРЕЗЪ 12 МѢСЯЦЕВЪ.

чистый цементъ	— 1:1	— 1:2	— 1:3	— 1:4	— 1:5	— 1:6	— 1:8	— 1:10
разрывъ пудод.	31,6	— 21,4	— 13,7	— 11,7	— 10,0	— 8,5	— 6,3	— 3,8 — 3,0
раздробл. »	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	38,5 — 33,0 — 26,5

5. Сопротивленіе бетона раздробленію (по Гранту).

ЧЕРЕЗЪ ГОДЪ:

кубы 6 × 6 × 6 дюймовъ; 1 ч. ц. и 6 частей дробленыхъ матеріаловъ.

дробленые	}	Портландскій камень . . . . .	23	тонна на 36 кв. дюймовъ.
		Кирпичъ . . . . .	24	
		Грантъ . . . . .	15 1/2	
		Кремень . . . . .	15 1/2	
		Шлаки . . . . .	19 1/2	
		Балласть . . . . .	17	

По прочтеніи таблицы Д. О. Жаринцовъ дополняетъ, что заполнить пустоты въ щебнѣ бетона всегда можно, употребляя матеріалы разной крупности, и высказываетъ, что всѣ составныя части (щебень, песокъ, цементъ и вода) должны быть отмѣрены и сразу пе-

ремѣшаны, причемъ машинному приготовленію бетона даетъ преимущество, какъ со стороны надлежащаго перемѣшиванія, такъ и со стороны дешевизны.

Ө. Г. *Зброжекъ* возражаетъ, находя, что для хорошаго изготовленія бетона сначала должна быть сдѣлана сухая смѣсь изъ цемента и песку въ надлежащей пропорціи, затѣмъ добавляется щебень и наконецъ вливается вода. Ручную работу считаетъ болѣе совершенной.

Н. А. *Бьеллюбскій* напоминаетъ, что въ Новороссійскѣ придерживались этого способа.

Д. Д. *Гнусинъ* указываетъ, что въ брошюрѣ его: „Обзоръ нѣкоторыхъ заграничныхъ портовъ“, Приложение къ Журналу Министерства Путей Сообщенія 1884 года приведены данныя относительно состава бетона въ разныхъ заграничныхъ портовыхъ работахъ.

**Приложеніе № 5.** (Выписка изъ этой статьи помѣщена въ приложеніяхъ). Затѣмъ г. Гнусинъ прибавляетъ, что иностранные инженеры отдають предпочтеніе буговымъ массивамъ передъ бетонами въ отношеніи дешевизны и прочности въ томъ случаѣ, если ихъ употреблять для правильной кладки, какъ напр., для стѣнъ набережной. Многіе предпочитаютъ ихъ даже и для наброски.

А. Г. *Ньюберизъ* читаетъ таблицу состава бетона, употреблявшагося въ портовыхъ постройкахъ.

- 1) *Въ Мариуполь* (Портландъ-цементъ Новороссійскаго завода).  
Растворъ (по объему)
  - а) для облицовки 1 : 2
  - б) для кладки 1 : 2<sup>1/2</sup>
  - в) бетонъ 1 куб. саж. щеб. + 0,40 куб. с. раствора (1 : 2<sup>1/2</sup>).
- 2) *Въ Николаевъ* (Портландъ-цементъ Новороссійскаго завода).
  - а) для облицовки 1 : 3
  - б) для кладки 1 : 3<sup>1/2</sup>
  - в) бетонъ 1 куб. с. щебня + 0,37 раствора (1 : 2<sup>1/2</sup>).
- 3) *Въ Новороссійскѣ* (Портландъ-цементъ Новороссійскаго завода).
  - а) для облицовки 1 : 3
  - б) для разшивки швовъ 1 : 2
  - в) для кладки 1 : 4
  - г) бетонъ 1,08 куб. с. голыша + 0,40 раствора (1 : 3).

4) *Въ Одессѣ* (Портландъ-цементъ Новороссійскаго завода).  
а) для облицовки, бетона и бутовыхъ массивовъ 1 : 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub>  
б) для кладки 1 : 3  
в) бетонъ 0,73 куб. с. аккер. к. + 0,35, гравія + 0,45 к. с. раствора (1 : 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub>).

5) *Въ Таганрогѣ* (Портландъ-цементъ Новороссійскаго завода).  
Растворъ 1 : 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub>.

6) *Въ Ревель* (Портландъ-цементъ заводовъ Шмидта и Портъ-Кунла).

- а) для облицовки 1 : 2
- б) для кладки 1 : 4
- в) для бетона 1 : 3
- г) бетонъ 1 куб. с. щебня + 0,50 раствора (1 : 3).

7) *Въ Ялтѣ* (Портландъ-цементъ заводовъ Шмидта и Новороссійскаго).

- а) для бутовой кладки 1 : 3
- б) для облицовки 1 : 2
- в) для бутов. массив. 1 : 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub>.

8) *Въ Сулинѣ* для бетона (Англійскій Портландъ-цементъ).  
Въ началѣ работъ—1 ц. 3 ч. песка и гравія для подводныхъ частей.

Позже 1 : 3+4 части гравія.

*А. Р. Шуляченко* обращаетъ особое вниманіе на важность плотности бетона.

*Д. Д. Гнусинъ*, возвращаясь снова къ сравненію ручнаго и машиннаго способа приготовленія бетона, указываетъ, что при постройкѣ порта въ Генуи перешли отъ машиннаго приготовленія къ ручному, какъ къ болѣе совершенному, причемъ опытъ показалъ, что лучшая смѣсь получается, слѣдую порядку смѣшенія, указанному *Ө. Г. Зброжекомъ*.

*А. Р. Шуляченко*, не соглашаясь признать преимущество за ручнымъ способомъ приготовленія бетона, указываетъ, что этотъ способъ возможенъ только при работахъ небольшихъ.

*Д. Д. Гнусинъ* возражаетъ, говоря, что въ Генуи, не смотря на большія работы былъ примѣненъ ручной способъ.

*Д. О. Жаринцовъ* говоритъ, что въ Поти бетонъ приготовлялся ручнымъ способомъ, когда была испорчена машина, приче́мъ ручной способъ оказался дороже.

*Ө. Г. Зброжекъ* утверждаетъ, что главною причиною поврежденія бетонныхъ массивовъ въ Новороссійскѣ была тощестъ бетона, т. е. недостаточность раствора въ бетонѣ и недостаточность цемента въ растворѣ, для котораго употреблялся весьма мелкій песокъ. Для болѣе крупнаго песка назначенная пропорція цемента, была-бы не такъ недостаточна. но добыть болѣе крупный песокъ въ Новороссійскѣ невозможно.

*Н. А. Бьлелюбскій*, подтверждая, говоритъ, что давалъ по этому поводу телеграмму изъ Новороссійска въ Комиссію коммерческихъ портовъ.

*Ө. Г. Зброжекъ* заявляетъ, что вслѣдствіе тощести бетона, Новороссійскіе массивы очень пористы и процессъ ихъ разрушенія заключается въ слѣдующемъ: сначала на сторонѣ массива противоположной той о которую разбиваются волны замѣчаются слезы, затѣмъ маленькія струйки, которыя постепенно увеличиваясь, разстраиваютъ массивъ.

*Г. Предсѣдатель* обращаетъ вниманіе на то, что фактъ этотъ доказываетъ, что въ видахъ большей плотности бетона не слѣдуетъ скупиться на растворъ, какъ то замѣчено было въ Новороссійскѣ.

*Н. А. Бьлелюбскій*. [Французскіе опыты по фильтраціи растворовъ (87—88)]. Въ виду важности этого вопроса приводитъ изложеніе опытовъ въ подробностяхъ. Опыты производились какъ въ парижской лабораторіи, такъ и въ Булони—въ лабораторіи Кандло. Способъ производства опытовъ одинаковъ, но съ тою разницею, что парижскіе опыты велись съ прѣсною водою, насыщенною солями, а булонскіе свѣрхъ того и непосредственно съ морскою водою.

Для опытовъ приготовлялись изъ цементнаго раствора цилиндры діам. 20 см., въ которые вмазывалась глубоко впущенная стеклянная трубка, сообщавшаяся съ резервуаромъ выс. въ 1 метръ и вмѣстимостью 3 куб. метра; резервуаръ наполнялся водою 2 раза въ мѣсяцъ; помѣщался онъ такъ, что дно его было на 0,20 м. выше пробнаго цилиндра и слѣдовательно напоръ отъ 0,20 до 1,20 м.

Пробные образцы приготавливались различных пропорцій, а именно:

Группа № 1	цемента	150 и 250 кил.	на 1 к. м.	песк.	$\left(\frac{1}{6}\right)$
№ 2	"	350 и 450 "	" "	" "	$\left(\frac{1}{4,7}\right)$
№ 3	"	550, 650 и 750 "	" "	" "	$\left(\frac{1}{2,9}\right)$

Воды для затворенія бралось немного.

Фильтрующая вода была *морская*. Опыты не обнаружили какого-бы то ни было разложенія ни въ одной изъ группъ образцовъ, но образцы группы № 1 постоянно пропускали воду, № 2—проницаемость вначалѣ слабая, прекращалась совсѣмъ черезъ 2—3 мѣсяца, № 3—вначалѣ проницаемость незначительная, прекращалась черезъ нѣсколько дней совсѣмъ.

Далѣе были произведены подобные-же опыты а) надъ растворами 1:3 и 1:5 съ песками различной крупности и цементами разныхъ заводовъ; в) въ пропорціи 350 кил. цемента на куб. метръ песка притомъ съ однимъ и тѣмъ-же цементомъ разнаго помола и съ песками разной крупности.

Во всѣхъ этихъ случаяхъ разложенія пробныхъ образцовъ не послѣдовало. Существенный выводъ изъ этихъ опытовъ заключается въ томъ, что тонко измолотый цементъ даетъ менѣе проницаемости, также и мелкій песокъ менѣе проницаемъ, но зато вода сочится постоянно, *чего нѣтъ при крупномъ пескѣ, при которомъ растворъ постепенно затягивается.*

Дальнѣйшіе опыты съ 88 г. велись въ измѣненномъ видѣ, безъ особаго резервуара, а на пробный цементный кубъ сѣченіемъ  $7 \times 7 \times 7$  см., наставляется трубка высотой 12 см. и діаметромъ 3,5 см., низъ которой призывается чистымъ цементомъ. Этотъ способъ веденія опытовъ далъ хорошіе результаты \*). Вода, наполняющая трубку, фильтруется сквозь образецъ болѣе или менѣе быстро и по мѣрѣ надобности добавляется въ трубку (даже 2—3 раза въ день).

---

\*) Огромное вліяніе на фильтрацію имѣетъ степень сухости (пластичность) раствора; чѣмъ суше растворъ и меньше трамбуется, тѣмъ проницаемость больше; растворъ затягивается при этомъ очень медленно.

Опыты велись двояко; а) на фильтрацію морской воды, для чего трубки пробных образцов сообщались съ резервуаромъ содержащимъ морскую воду и в) на фильтрацію прѣсной воды, насыщенной растворомъ сѣрнокислой магнезии (2 грамма соли на литръ воды), причемъ вода прямо наливалась въ трубки.

При этихъ опытахъ обнаружилось рѣзко различіе дѣйствія морской воды и магнезiального раствора; въ первомъ случаѣ пробные кубики даже подъ дѣйствіемъ воды съ напоромъ оставались безъ измѣненія; во второмъ они разрушались; только при растворѣ съ мелкимъ пескомъ разрушеніе происходило и въ первомъ случаѣ.

Общее заключеніе изъ опытовъ выводится слѣдующее:

1) Если песокъ не очень мелкій и воды для затворенія достаточно, то цементные растворы сопротивляются дѣйствію морской воды очень долго даже и въ томъ случаѣ, если они фильтруются.

2) Для прекращенія фильтраціи въ первый-же срокъ послѣ затворенія слѣдуетъ брать цемента не менѣе 500—550 килогр. на 1 куб. метръ песка,—при обыкновенной густотѣ раствора; песокъ долженъ быть средней крупности.

3) Рѣшительно должно избѣгать употребленіе мелкаго песка даже при большой пропорціи цементнаго раствора.

4) Даже очень слабый растворъ сѣрнокислой магнезии производитъ совсѣмъ другое дѣйствіе чѣмъ морская вода.

*Н. А. Бьеллюбскій*, пользуясь тѣми-же документами, сообщаетъ еще опытное указаніе относительно разницы дѣйствія на цементъ морской воды и раствора сѣрнокислой магнезии. Въ одномъ случаѣ 2 грамма цемента прошедшаго черезъ сито въ 5000 отверстій, было подвергнуто дѣйствію 1 литра морской воды въ теченіи 2 мѣсяцевъ. Въ другомъ случаѣ вмѣсто морской воды взята была обыкновенная вода съ содержаніемъ 3,64 грамма сѣрнокислой магнезии. По истеченіи 2 мѣсяцевъ оба остатка цемента были собраны, высушены до 100° и анализъ ихъ далъ слѣдующее.

	Морская вода	Растворъ Mg SO <sub>4</sub>
Кремнезема . . . . .	20,60 . . . . .	21,00
Глинозема . . . . .	5,52 . . . . .	} 9,20
Окиси желѣза . . . . .	1,98 . . . . .	
Извести . . . . .	38,36 . . . . .	25,88

	Морская вода	Растворъ Mg SO <sub>4</sub>
Магnezіи . . . . .	13,75 . . . . .	23,40
Сѣрной кислоты . . . . .	0,55 . . . . .	0,50
Потери при прокаливаніи	18,70 . . . . .	20,25
Ошибка . . . . .	0,54	100,23
	100	

Въ первомъ случаѣ магnezіи около  $\frac{1}{3}$  извести, во второмъ ея столько же какъ извести. Н. А. Бѣлелюбскимъ заявлено, что при настоящемъ посѣщеніи Франціи онъ лично могъ убѣдиться на сохранившихся образцахъ въ результатахъ дѣйствія флльтраціи магnezіальнаго раствора въ Лабораторіяхъ Парижской и Булонской, и совершенно противоположнаго-успокоивающаго дѣйствія морской воды на образцы въ Булонской Лабораторіи.

Ө. Г. Зброжекъ высказываетъ свое убѣжденіе, что для прочности бетоновъ въ морскихъ сооруженіяхъ необходимы растворы, содержащіе не болѣе  $2\frac{1}{2}$  ч. песка (средней крупности) на 1 часть цемента.

Д. Ө. Жаринцовъ говорятъ, что въ Англій не слѣдуютъ такому составу, а употребляютъ бетонъ съ значительно меньшимъ содержаніемъ цемента.

На это многіе возражаютъ, что такой составъ еще не оправданъ и что тамъ можно ожидать большія катастрофы, которыя только досихъ поръ еще не случались.

Далѣе переходятъ къ обсужденію пріемовъ приготовленія и употребленія въ дѣло погружаемаго (литаго) бетона.

Д. Д. Гнусинъ говоритъ, что для погружаемаго бетона должно быть употреблено значительно меньшее количество воды, чѣмъ для бетонныхъ массивовъ. Указываетъ на вредное вліяніе на этотъ бетонъ волненія и напоминаетъ, что употребленіе парусины уничтожаетъ вредное дѣйствіе волненія.

Ө. Г. Зброжекъ утверждаетъ, что погружаемый бетонъ долженъ быть выдержанъ на воздухѣ до погруженія его въ воду и долженъ имѣть видъ тѣста.

Разсмотрѣвъ производство работъ приморскихъ сооруженій и тѣ поврежденія, которыя удалось наблюдать въ нихъ, перешли къ разсмотрѣнію пріемовъ испытанія портландъ-цемента и соответствія между Лабораторными испытаніями и требованіями практикп.



*А. Р. Шуляченко* указывает на несоответствие между лабораторными испытаниями и строительной практикой и на то неточности и недостатки, от которых не свободны и лабораторные испытания. Въ видѣ примѣра проявленія неточностей въ опытахъ, приводит колебанія въ результатахъ испытаний на разрывъ образцовъ изъ того же чистаго цемента: колебанія эти достигаютъ до 25%.

*С. О. Глинка* противъ мнѣнія лицъ, предполагающихъ, что рѣшающее значеніе для оцѣнки качествъ цемента имѣетъ испытаніе его въ чистомъ видѣ, безъ примѣси песку, указываетъ на явленіе, которое извѣстно всякому, имѣющему дѣло съ лабораторными испытаниями гидравлическихъ цементовъ. Въ то время, какъ при испытанияхъ на разрывъ цементныхъ образцовъ, сдѣланныхъ изъ цемента съ пескомъ, получаются результаты, вообще говоря ровные, такъ что отклоненія въ положительную или отрицательную сторону отъ средняго результата испытанія являются мало существенными и даже не существенными, при испытаніяхъ же образцовъ изъ чистаго цемента значительныя колебанія представляются дѣломъ вполне зауряднымъ, и для всякаго ясно, что испытаніе такого рода не можетъ считаться строгимъ испытаніемъ и не можетъ съ опредѣленностью характеризовать механическое сопротивленіе, напр. цемента на разрывъ—самая обыкновенная операція. Объясненія причинъ этого явленія мы не знаемъ, но я не могу не привести слѣдующаго примѣра изъ моей лабораторной практики: я и *М. А. Ляхницкій* производили испытаніе одного и того же цемента въ чистомъ видѣ; въ то время какъ у *М. А.* получились результаты, при испытаніи образцовъ на разрывъ, вообще близкіе между собою, по скольку могутъ быть получаемы сходные результаты испытанийъ для чистаго цемента; у меня получились результаты крайне не ровные. Я склоненъ объяснить это тѣмъ, что *М. А.* уколачивалъ цементную массу въ формѣ болѣе тщательно, нежели я: каждому изъ насъ приходится наблюдать пустоты въ узкомъ сѣченіи образца изъ чистаго цемента, при пробѣ на разрывъ, и, очевидно, этихъ пустотъ, образованныхъ пузырями воздуха, будетъ тѣмъ больше, чѣмъ мѣнѣе тщательно былъ уколоченъ цементъ въ формѣ; быть можетъ въ моемъ случаѣ, большое количество воздушныхъ пузырей въ недостаточно уколоченной массѣ и являлось причиною значительныхъ колебаній въ результатахъ испытанія.

*А. Р. Шуляченко*, соглашаясь съ высказаннымъ *С. О. Глинкой*, продолжаетъ высказывать, что въ дѣлѣ практики мы не имѣемъ

права основываться на лабораторныхъ опытахъ и, возвращаясь къ обсужденію опытовъ французскихъ лабораторій, упрекаетъ французскихъ инженеровъ и химиковъ въ неустановившемся взглядѣ на свойства цементовъ и указываетъ на ложность ихъ теорій, имѣющихъ своимъ основаніемъ односторонніе лабораторные опыты.

*Ө. Г. Зброжекъ* спрашиваетъ, существуютъ ли въ результатахъ испытаній механической лабораторіи Института Инженеровъ П. С. упомянутыя колебанія.

*Н. А. Бьеллюбскій* утверждаетъ, что при испытаніи образцовъ изъ раствора цемента съ пескомъ, колебаній почти не наблюдается, а при испытаніи образцовъ изъ чистаго цемента, колебанія бываютъ довольно рѣзкія.

*А. Р. Шуляченко* говоритъ, что лабораторные опыты зависятъ въ значительной степени отъ личности производителя опыта и потому теперь стремятся къ возможному единообразію и уничтоженію вліянія личности производителя опыта, для чего напримѣръ устроена машинка для автоматическаго насыпанія дроби въ чашку при приборѣ Михаэлиса.

*Ө. Г. Зброжекъ* говоритъ, что неточности опытовъ могутъ быть объяснены между прочимъ нѣкоторымъ несовершенствомъ прибора Михаэлиса и недостаточною величиною площади разрывнаго сѣченія образца.

*Н. А. Бьеллюбскій* возражаетъ, говоря, что приборъ Михаэлиса все же долженъ быть признанъ однимъ изъ наиболѣе удачныхъ приборовъ, что уже выражается его универсальностью при потери даже имени изобрѣтателя. Что же касается до площади разрывнаго сѣченія, то къ площади въ 5 кв. см. пришли послѣ всесторонняго изученія величины сѣченія и формъ образцовъ.

*Ө. Г. Зброжекъ* утверждаетъ, что сопротивление разрыву цементнаго раствора указываетъ только на мѣсто занимаемое даннымъ продуктомъ среди продуктовъ того же рода, а общія свойства и качества порландскихъ цементовъ устанавливаются еще и другими опредѣленіями.

*Д. Ө. Жаринцовъ*, соглашаясь съ только что высказаннымъ, добавляетъ, что величина сопротивленія связана съ вопросомъ о стоимости продукта.

*Ө. Г. Зброжекъ* продолжаетъ указывать, что форма и размѣры

цементныхъ образцовъ, а также конструкція прибора служащаго для испытаній сильно вліяють на результаты испытаній. Такъ при постройкѣ Литейнаго моста при испытаніи растворовъ изъ чистыхъ цементовъ (безъ песку), сопротивленіе получаемое на приборѣ Раше, въ началѣ не превосходило 5—7 пуд. на кв. дюймъ черезъ 7 дней, тогда какъ по контракту на поставку цемента требовалось 10 пудовъ. Послѣ нѣкоторыхъ передѣлокъ въ приборѣ и послѣ нѣ котораго измѣненія формъ образцовъ сопротивленіе растворовъ тѣхъ же цементовъ въ тотъ же срокъ получилось до 12 пуд. на кв. дюймъ.

Послѣ нѣкоторыхъ обсужденій существующихъ приборовъ для испытанія цементныхъ образцовъ и разныхъ системъ захватовъ, употребляемыхъ въ этихъ приборахъ пришли къ тому заключенію, что приборъ Михаэлиса и захваты для образцовъ приготовленныхъ въ формахъ Михаэлиса наиболѣе соотвѣтствуютъ правильности опытовъ при относительно небольшой величинѣ прибора, допускающей возможность имѣть приборъ Михаэлиса на работахъ.

Г. Предсѣдатель, закрывая засѣданіе, предложилъ подкомиссія въ составъ которой вошли Н. А. Бѣлелюбскій, Ѡ. Г. Зброжекъ и А. Р. Шуляченко выработать къ слѣдующему засѣданію проектъ техническихъ условій для поставки, приѣмки и испытанія портландъ-цемента на портовые работы.

---

Къ первому протоколу Коммисіи относятся слѣдующія приложенія.

№ 1) Циркуляръ инспекторамъ желѣзныхъ дорогъ, правленіямъ желѣзнодорожныхъ обществъ и управляющимъ желѣзными дорогами, отъ 7 октября 1881 г., № 11428, *о нормальныхъ условіяхъ по приѣмкѣ и испытанію портландскихъ цементовъ.*

№ 2) „О заготовленіи и испытаніи портландскихъ цементовъ для работъ во Франціи“ инженера Тимонова.

№ 3) Записка А. Р. Шуляченко по поводу поврежденій замѣченныхъ въ пуццолановыхъ и цементныхъ массивахъ въ Одессѣ въ 1872 г.

№ 4) Выписка изъ журнала особой Коммисіи, командированной въ Одессу въ 1889 по вопросу о поврежденіяхъ въ кладкѣ подводныхъ стѣнъ сооруженій Одесскаго порта.

№ 5) Выписка изъ статьи Д. Д. Гнусина (помѣщенной въ журналѣ Министерства П. С. 1884 г.) о составѣ цементнаго раствора и бетона въ разныхъ портахъ Европы.

---

## Протоколъ № 2.

**Засѣданія Коммисіи по вопросу о заготовкѣ, пріемкѣ  
и испытаніяхъ портландъ-цементовъ для портовыхъ  
работъ.**

*Января 18 дня 1890 г.*

Предсѣдательствовалъ: *М. Г. Герсевановъ.*

Присутствовали: *А. Р. Шуляченко.  
Н. А. Бьеллюбскій.  
А. Г. Нюбергъ.  
Ө. Г. Зброжекъ.  
А. Л. Бертъе-де-ла-Гарди.  
С. И. Руденко.  
А. А. Брандтъ.  
Д. Д. Гнусинъ.  
И. В. Жирухинъ.  
Д. Ө. Жаринцовъ.  
М. А. Ляхницкій.  
С. Ө. Глинка.  
В. Е. Тимоновъ.*

Обязанности Секретаря исполнялъ *Н. К. Лаштинъ.*

Засѣданіе было открыто рѣчью Г. Предсѣдателя, въ которой въ краткихъ словахъ онъ изложилъ содержаніе обсуждавшагося въ первомъ засѣданіи и довелъ до общаго свѣдѣнія что проектъ условій для приѣмки цемента выработанъ подкоммиссіей и разосланъ Гг. членамъ. Выразивъ, затѣмъ, что второе засѣданіе будетъ посвящено выслушиванію докладовъ по вопросамъ затронутымъ въ первомъ засѣданіи, г. Предсѣдатель предложилъ Ѳ. Г. Зброжеку прочитатъ составленную имъ записку.

*Ѳ. Г. Зброжекъ* читаетъ свою записку о нѣкоторыхъ условіяхъ прочности гидротехническихъ сооружений вообще, въ коей главнѣйшимъ образомъ выясняетъ зависимость прочности и долговѣчности этихъ сооружений отъ способовъ употребленія входящихъ въ составъ ихъ матеріаловъ, т. е. отъ исполненія работъ по ихъ возведенію.

**Приложеніе № 6.** (Записка эта помѣщена въ приложеніяхъ.)

*Г. Предсѣдатель*, находя, что въ прочитанной запискѣ изложены отвѣты на многіе изъ затронутыхъ коммиссію вопросовъ, предлагаетъ господамъ членамъ высказать свои мнѣнія.

*А. Р. Шуляченко* заявляетъ, что онъ присоединяется къ сущности изложеннаго въ запискѣ Ѳ. Г. Зброжека, что тщательное исполненіе работъ по возведенію гидротехническихъ сооружений дѣйствительно представляется однимъ изъ главнѣйшихъ условій ихъ прочности и долговѣчности и что дѣйствіе воды морской и рѣсной на цементные растворы можно считать одинаковымъ, вопреки мнѣнію французскихъ инженеровъ, указывающихъ на вредное дѣйствіе на нихъ морской воды. Приведя примѣръ приморскаго сооруженія (Трояновъ портъ въ Остіи близъ Рима), хорошо сохранившагося въ теченіи 2000 л., А. Р. Шуляченко проситъ указать примѣры разрушеній портовыхъ построекъ въ Россіи и ходъ работъ по погруженію бетона въ воду въ такомъ состояніи, когда онъ уже началъ схватываться, при чемъ замѣчаетъ что употребленіе бетона въ дѣло въ такомъ состояніи не вполне согласуется съ научнымъ взглядомъ на цементъ и на употребленіе его въ дѣло.

*Ѳ. Г. Зброжекъ* говоритъ, что бывшіе случаи разрушенія портовыхъ сооружений въ Россіи и въ особенности за границей общепзвѣстны и что едва ли въ перечисленіи ихъ встрѣчается надобность;

относительно же подводной бетонной кладки объясняетъ, что бетонъ погружается въ воду въ такомъ состояніи, когда онъ началъ схватываться, но не перепелъ еще въ состояніе отвердѣванія, и подь вліяніемъ давленія можетъ измѣнять форму массы и сплотиться безъ нарушенія связи между частями.

*Д. О. Жариниовъ* указываетъ на Англійскаго инженера Кенпеля, который при постройкѣ набережной въ пространство, огражденное щитами, бросалъ бетонъ въ схватившемся состояніи въ видѣ глыбъ или комьевъ; растворъ изъ бетона при этомъ не вымывался не смотря на прохожденіе бетономъ довольно глубокаго слоя воды. Точно также Диконъ въ Ливерпулѣ не употреблялъ много бетона.

*Д. Д. Гнусинъ* заявляетъ, что въ Николаевѣ бетонъ до погруженія выдерживался часовъ до 6, болѣе или менѣе, смотря по его густотѣ и по температурѣ воздуха. Такой способъ веденія работъ далъ вполне хорошіе результаты.

(См. записку г. Бѣлявина о бетонныхъ работахъ въ Николаевѣ). Приложение № 7.

*О. Г. Зброжекъ* говоритъ, что въ Новороссійскѣ при постройкѣ лодочнаго спуска необходимое время выдерживанія бетона пытались опредѣлить путемъ опыта. Сначала бетонъ продержали въ бетоньеркѣ (въ ящикѣ съ открывающемся дномъ) 12 часовъ, но при этомъ бетонъ оказался настолько окрѣпшимъ, что не могъ выпасть изъ бетоньерки; послѣдовательными за снмъ пробами пришли къ тому заключенію, что выдержанный въ теченіи 5 часовъ бетонъ имѣетъ ту степень вязкости, которая соответствуетъ лучшему его употребленію при погруженіи въ воду; при этомъ бетонъ выходилъ изъ бетоньерки въ видѣ глыбъ, способныхъ сохранять свою форму при осторожномъ опусканіи на землю.

*В. И. Жирухинъ* говоритъ, что при погруженіи бетона въ мѣшкахъ бетонъ также выдерживается нѣкоторое время на воздухѣ.

*А. Р. Шуляченко* повторяетъ, что такой приемъ употребленія бетона противрѣчитъ свойствамъ цемента и указываетъ, что при этомъ цементъ долженъ терять въ своей крѣпости.

*О. Г. Зброжекъ* объясняетъ, что нѣкоторая потеря въ крѣпости отвердѣванія цементнаго раствора при такомъ способѣ употребленія бетона, въ избыткѣ вознаграждается тѣмъ, что растворъ не вымывается изъ бетона при прохожденіи его черезъ воду.

*Д. Д. Гнусинъ* возбуждаетъ вопросъ о необходимости трамбованія бутовой кладки при ея возведеніи.

*А. Л. Бертъе-де-ла-Гарди* заявляетъ, что на сколько трамбованіе полезно и необходимо для бетона, на столько же трамбованіе бутовой кладки возводимой на цементномъ растворѣ вредно; въ послѣднемъ случаѣ камень должно только осаживать легкими ударами молотка каменьщика. Чрезмѣрная тонкость шва между рядами камней бутовой кладки не составляетъ достоинства кладки. Тонкій шовъ, достигаемый сильнымъ осаживаніемъ камня ведетъ скорѣе къ потерѣ чѣмъ къ экономіи, такъ какъ при этомъ цементный растворъ теряетъ въ своей силѣ. Шовъ въ бутовой кладкѣ толщиной около пальца безъ осаживанія камня трамбовками даетъ наилучшую связь между камнями. Тесанная же кладка возводится при тонкихъ швахъ вслѣдствіе притески постелей камней.

*Д. Д. Гнусинъ* возражаетъ, говоря, что если необходимо сблизить частицы въ бетонѣ, то конечно надо равно стараться и заботиться о томъ же и въ бутовой кладкѣ.

*А. Л. Бертъе-де-ла-Гарди* возражаетъ, указывая что задача сближенія частицъ въ бетонѣ и бутовой кладкѣ вызвана совершенно различными мотивами и достиженіе этого сближенія приводитъ совершенно къ различнымъ результатамъ.

При каменной кладкѣ осаживаніе камня допускается производить только ударами каменьщикаго молотка, трамбовки же для осаживанія камней должны быть вовсе устранены; подщепеневаніе камней съ цѣлью выравнить постель, разщепенка между камнями съ заклинкой или вколачиваніемъ, и заливка каждаго ряда жидкимъ растворомъ, по мнѣнію большинства, должно быть строго преслѣдуемы при цементномъ растворѣ.

*А. А. Брандтъ* спрашиваетъ: можно-ли искать причину разрушенія бутовой кладки Одесскихъ молочъ въ дурномъ ея исполненіи?

*А. Л. Бертъе-де-ла-Гарди* соглашаясь съ мнѣніемъ *О. Г. Зброжика*, что исполненіе работъ имѣетъ большое вліяніе на прочность сооружений, указываетъ на общее въ настоящее время стремленіе въ экономіи, какъ въ качествѣ матеріаловъ, такъ и въ количествѣ раствора т. е. тамъ гдѣ сбереженія менѣе всего возможны. Мы имѣемъ въ Керчи стоящія со временъ Митридата сооружения, построенныя изъ весьма прочнаго камня, *коралита*, на бронзовыхъ связяхъ. Теперь же въ Керчи исключительно употребляется мѣстный раковистый из-

вестнякъ, обрабатываемый плюю. Въ настоящее время употреблявшійся прежде способъ каменной кладки не мыслимъ, такъ какъ куб. сажень коралита стоитъ 70 рубл., а обыкновеннаго дикаря 15—16 рубл.

Тоже самое повторяется и въ Одессѣ, гдѣ нѣтъ хорошаго камня. Употребляемый тамъ сравнительно порядочный камень изъ мѣстныхъ породъ, вовсе не пригоденъ для гидротехническихъ сооружений; Аккерманскій камень чрезвычайно пористъ и покрытъ всегда пылью. Камень этотъ легко напиться водою, которая замерзая, разстраиваетъ, какъ камень, такъ и растворъ.

*С. И. Руденко* указываетъ, что въ Феодосіи, какъ и въ Одессѣ главная причина разрушенія каменной кладки, заключается въ поврежденіи самаго камня отъ мороза, а не швовъ изъ цементнаго раствора; швы-же изъ Феодосійской цвѣсти, отлично сохраняющейся въ Ялтѣ, въ Феодосіи тоже страдаютъ отъ мороза.

*Н. А. Бьлелюбскій* говоритъ, что въ настоящее время испытанія на сопротивленіе камня морозу уже производятся, тогда какъ раньше на это не обращали должнаго вниманія, иначе не было-бы такъ много случаевъ поврежденія опоръ мостовъ (Цна, Ока и пр.) отъ мороза. Теперь камни, идущіе на облицовку быковъ и также подферменные камни, подвергаются испытанію на дѣйствіе мороза, и введеніе пробы на морозъ надо считать необходимымъ.

*А. А. Брандтъ* высказываетъ, что въ техническія условія надо ввести испытаніе камней и цементовъ на морозъ. Въ комиссіи при Департаментѣ Ж. Д. при участіи представителей отъ Департамента Ш. и В. С. и портовой комиссіи должны были выработать правила объ испытаніи камней на морозъ, но комиссія, задавши болѣе широкой задачей, не выработала еще сказанныхъ правилъ.

*Д. О. Жаринцовъ* утверждаетъ, что на постройкѣ нельзя имѣть сухаго песка; поэтому ставить требованіе, чтобы цементъ смѣшивался непременно съ сухимъ пескомъ—безполезно. Что-же касается до совершенства и легкости перемѣшиванія цемента и песка, то при механическомъ перемѣшиваніи, которому слѣдуетъ отдавать предпочтеніе, сырость песка нисколько не затрудняетъ процессъ смѣшиванія.

*А. Л. Бертье-де-ла-Гарди* говоритъ, что при сыромъ пескѣ и при механическомъ способѣ смѣшеніе происходитъ вполне удовлетворительно, хотя можетъ быть при этомъ и есть нѣкоторое пониженіе крѣпости отъ вліянія влажности песка.



Θ. Г. Зброжекъ говоритъ, что хотя сравнительныхъ опытовъ надъ сопротивленіемъ растворовъ изъ цемента смѣшаннаго съ сухимъ и съ влажнымъ пескомъ не производилось, но опыты эти можно легко сдѣлать хотя-бы въ лабораторіи. Понижніе крѣпкости раствора при смѣшеніи цемента съ влажнымъ пескомъ не столь значительно и не бросается въ глаза, но можно утверждать, что цементъ смѣшанный съ влажнымъ пескомъ распредѣляется не равномерно между частицами песка и общая крѣпость раствора падаетъ. При постройкѣ моста Императора Александра II (черезъ р. Неву въ С.-Петербургѣ), рѣшено было не употреблять металлическихъ связей между камнями облицовки, что тогда было новшествомъ и въ виду этого были приняты всѣ мѣры къ возвышенію качествъ цементныхъ растворовъ. Песокъ для растворовъ заготовлялся подъ навѣсомъ и всегда употреблялся сухимъ въ дѣло.

Далѣе, Θ. Г. Зброжекъ, заявляетъ что морозъ вліяетъ въ сооруженіяхъ главнымъ образомъ не на цементъ, а на камни; вода проникаетъ въ швы и при замерзаніи производитъ разрушеніе кладки, поднимая камни и отдѣляя ихъ отъ цемента; прямо-же на цементъ въ швахъ морозъ нисколько не вліяетъ. Главная опасность заключается въ томъ, что если въ швахъ есть пустота, въ которую проникаетъ вода, то она, замерзая отрываетъ камни отъ цемента и ихъ разрушаетъ. По крайней мѣрѣ не случалось видѣть такого случая, чтобы хорошо исполненная кладка съ гранитной облицовкой подвергалась разрушенію отъ мороза при нашихъ климатическихъ условіяхъ; но разъ въ кладкѣ есть щели, въ которыя можетъ проникать вода, то кладка непременно разрушается.

Поэтому вопросъ объ испытаніи *цементовъ* на морозъ можетъ имѣть только научный интересъ; да и вообще отягощать и безъ того довольно сложныя испытанія цементовъ еще новыми испытаніями на морозъ едва-ли слѣдуетъ, тѣмъ болѣе, что всѣ испытанія, которыя мы дѣлаемъ, имѣютъ цѣлью доказать, что употребляемый нами продуктъ—есть поргландъ-цементъ хорошаго качества. Разъ мы это знаемъ, то уже знаемъ, что растворъ изъ этого цемента, правильно приготовленный, вполне выдерживаетъ морозъ.

*А. Р. Шуляченко.* Вполнѣ присоединяюсь къ этому мнѣнію.

*Г. Предсѣдатель.* Значить, проба цемента на морозъ признается излишней, а испытаніе камней на морозъ, какъ говорилъ Николай Аполлоновичъ, слѣдуетъ признать необходимымъ.

*Д. Д. Гнусинъ.* Въ тѣхъ случаяхъ, когда выбора не представляется по причинѣ отсутствія камней хорошаго качества, испытаніе камней на морозъ совершенно бесполезно; напр. въ Одессѣ нѣтъ хорошаго камня, такъ что приходится брать камень, не подвергая испытанію; брать — какой есть.

*А. Л. Бертъе-де-ла-Гарди.* Въ Одессѣ тоже есть гранитъ, и если бы онъ или ялтинскій камень были употреблены на облицовку одесскихъ молотовъ, то разрушеніе ихъ не имѣло-бы мѣста. Разрушеніе является неизбежнымъ, какъ только употребляютъ для гидротехническаго сооруженія пористый камень въ такой мѣстности, какъ Новороссійскій край съ сплывами переѣнами температуры. Разрушается камень, а кажется что виноватъ цементъ. Между тѣмъ я имѣю доказательства, что цементъ не боится мороза. У меня былъ примѣръ: пришлось поставить въ пылу послѣдней кампаніи въ Севастополѣ тяжелыя орудія въ теченіи одного мѣсяца на каменные платформы, такъ что разсуждать было некогда о вліяніи мороза на цементную кладку. Морозъ былъ очень сильный и приходилось работать на горячей водѣ, и я тогда-же считалъ, что это дѣло пропащее. Между тѣмъ эти основанія выдержали множество выстрѣловъ, стоятъ и до сихъ поръ, не смотря на то, что употребленный Новороссійскій цементъ былъ далеко не изъ роскошныхъ.

*Н. А. Бьеллюбскій.* Относительно сопротивленія камней дѣйствию мороза слѣдуетъ сдѣлать оговорку (вряд-ли можно сдѣлать для Одесскихъ камней исключеніе), что не всѣ пористые камни страдаютъ отъ мороза и на оборотъ — не всѣ плотные камни не подвергаются вліянію мороза. Такъ напр., Ковровскій камень, самъ по себѣ плотный, страдаетъ отъ мороза; тогда какъ пористые камни, обладающіе достаточной силой сцепленія частицъ, отъ мороза не страдаютъ.

*А. Л. Бертъе де-ла-Гарди.* Я выразился бы иначе, а именно: плотный камень *можетъ быть* разрушенъ морозомъ, а пористый *не можетъ не быть* разрушенъ.

*Н. А. Бьеллюбскій.* На Кавказѣ, такъ называемый Бѣлогорскій камень очень слабый по сопротивленію раздробленію и столь неоднородный, что въ немъ сопротивленіе мѣняется отъ 50 до 100 пудовъ на □" и настолько пористый, что если сдѣлать въ немъ углубленіе и налить воды, то съ другой стороны появляются капли; между тѣмъ это лучшій на Кавказѣ камень по сопротивленію морозу.

*Г. Предсѣдатель.* Такимъ образомъ Александръ Львовичъ, утверждаетъ, что бываютъ плотные камни, которые разрушаются отъ мороза; пористые же по его мнѣнію всѣ разрушаются.

*Д. Ѳ. Жаринцовъ.* Съ этимъ нельзя согласиться. Въ Карской области и въ Александрополѣ всѣ постройки возведены изъ вулканическаго туфа — крайне пористаго камня; онѣ стоятъ уже около 60 лѣтъ, а между тѣмъ всякій, подъѣзжая къ Александрополю, скажетъ, что онѣ какъ бы окончены въ этомъ году; морозы же въ Александрополѣ превышаютъ  $40^{\circ}$ .

*А. Л. Бертье де-ла-Гарди.* Одинъ морозъ безъ оттепелей и влаги ничего не значитъ; все дѣло въ водѣ и послѣдовательныхъ замерзаніяхъ и оттаяваніяхъ.

*Н. А. Бьеллюбскій.* На Кавказѣ атмосферическія вліянія гораздо неблагопріятнѣе нашихъ: морозъ и оттепель чередуются тамъ чаще въ зимнее время, а для разрушенія камня морозомъ не требуется сильнаго холода.

*А. А. Брандтъ.* Я хотѣлъ бы спросить, какія собственно, причины разрушенія Одесскаго мола? Видимая причина разрушенія — морозъ, который дѣйствуетъ только на камень, а отчего же разрушается и растворъ. Я утверждаю, что весь Одесскій молъ отъ начала до конца находится въ настоящее время въ совершенно одинаковыхъ условіяхъ; отчего же именно цементный растворъ обращается въ труху, а камень все-таки остается крѣпкимъ, если морозъ дѣйствуетъ на послѣдній.

*Г. Предсѣдатель.* Вы же сами говорили, что плитки раствора въ швахъ цѣлы, а въ труху обратился цементъ только въ точкахъ соприкосновенія съ камнемъ.

*А. Л. Бертье де-ла-Гарди.* Вы видите, что разрушеніе начинается все-таки съ камня.

*А. Р. Шуляченко.* По моему причина заключается въ томъ, что при пористомъ камнѣ, если этотъ камень употребляется слишкомъ сухимъ, происходитъ извлеченіе воды камнемъ изъ самаго раствора; поэтому растворъ, соприкасающійся съ камнемъ, недостаточно влаженъ и потому легко подвергается разрушенію.

*Ѳ. Г. Зброжекъ.* Я уже докладывалъ, что по моему убѣжденію морозъ не оказываетъ непосредственно разрушительнаго вліянія на окрѣпшій растворъ въ швахъ хорошо исполненнаго сооруженія, но

если мы представимъ себѣ, что растворъ шва не присталъ къ камню, что между растворомъ и камнемъ существуетъ нѣкоторое, хотя бы самое тонкое, пространство, и въ него попадаетъ вода, то щель эта подъ вліяніемъ мороза можетъ увеличиться; въ слѣдъ за этимъ увеличатся и количество просачивающейся воды въ шовъ, и слѣдовательно растворъ въ швѣ подвергнется растворяющему дѣйствію воды, которое и будетъ постепенно увеличиваться, начиная отъ поверхности соприкосновенія раствора съ камнемъ.

Относительно сопротивленія морозу пористыхъ камней вообще могу сказать, что я видѣлъ въ сооруженіяхъ пористые камни, которые сопротивляются хорошо дѣйствію мороза. Прѣмѣромъ такихъ камней можетъ служить Гатчинскій туфель, въ которомъ не замѣтно быстрого разрушенія отъ мороза, хотя съ поверхности онъ лущится и выпадаетъ кусочками. Я хочу обратить вниманіе на послѣдствія употребленія пористаго камня въ гидротехническихъ сооруженіяхъ, гдѣ это опасно потому, что пористый камень является хорошимъ проводникомъ разрушительной силы воды къ швамъ сооружения. Къ шву черезъ пористый камень просачивается вода, а разъ это имѣетъ мѣсто, то связь раствора съ камнемъ подъ вліяніемъ мороза будетъ уничтожена, а вмѣстѣ съ тѣмъ наступитъ и раствореніе цемента въ швѣ водою, такъ что пористость камня способствуетъ тому, что подъ вліяніемъ мороза и воды происходитъ разрушеніе швовъ.

Въ моей запискѣ я старался выяснитъ, что цементъ не есть такой матеріалъ, который противостоитъ безусловно вліянію атмосферы. Сравнивая отвердѣвшій цементный растворъ съ естественными камнями, я говорю въ запискѣ, что хорошей цементный растворъ, приготовленный съ сухимъ пескомъ, по отвердѣванію, оказываетъ сопротивленіе разрушительному дѣйствію атмосферныхъ вліяній такое же, какъ песчаники и известняки, а иногда большее; но если цементный растворъ не хорошъ и употребленъ въ дѣло не надлежащимъ образомъ, то онъ можетъ подвергнуться скорому разрушенію. Слѣдовательно при производствѣ работъ надо все-таки стараться не подвергать цементъ разрушительнымъ атмосфернымъ вліяніямъ, т. е. слѣдуетъ избѣгать пористыхъ камней и дурной кладки.

*А. Р. Шуляченко.* Мнѣ кажется, что вы, Федоръ Григорьевичъ, смѣшиваете два явленія: 1) дѣйствіе мороза на цементъ при затвореніи и твердѣніи его и 2) вліяніе мороза на цементъ въ готовой

кладкѣ. Александръ Львовичъ указаль, что если морозъ не превышаетъ 7—10°, то работать съ цементомъ можно. Дальнѣйшее же дѣйствіе мороза заключается въ томъ, что вода, попавшая черезъ поры камня къ швамъ, разрушаетъ цементъ, какъ и всякія горныя породы.

Я просилъ бы позволенія вернуться къ вопросу о влажномъ пескѣ. Ѳедоръ Григорьевичъ сказаль, что идеаль, къ которому мы должны стремиться, это употребленіе сухого песку; я же утверждаю, что никакого существеннаго вреда отъ употребленія влажнаго песку быть не можетъ. Обязательное употребленіе сухого песка вызвано было старыми цементами, отличающимися необыкновенно быстрымъ схватываніемъ (цементъ португальскій схватывался въ 10—15 минутъ), а цементъ, схватывавшійся въ  $\frac{1}{2}$  часа — часъ, считался уже опаснымъ; — теперь мы имѣемъ цементы, схватывающіеся въ 12 час.; при этомъ условіи употребленіе влажнаго песку не можетъ по моему принести существеннаго вреда, потому что, подъ вліяніемъ механическаго перемѣшиванія и встряхиванія, въ массѣ скоро возстановляется равновѣсіе, и слѣдовательно при хорошей механической работѣ можно свободно смѣшивать цементъ съ влажнымъ пескомъ.

*Ѳ. Г. Зброжекъ.* Я говорилъ все время объ отвердѣвшемъ растворѣ въ швахъ кладки и мои заявленія не имѣютъ ничего общаго съ вопросомъ, котораго коснулся Александръ Львовичъ, о вліяніи мороза на неокрѣпшій растворъ и о производствѣ кладки въ морозъ. Я не вижу откуда вы, Алексѣй Романовичъ, могли заключить, что я смѣшиваю существенно различные вопросы о вліяніи мороза на отвердѣвшій и на неотвердѣвшій цементный растворъ. О вліяніи мороза на неотвердѣвшій цементный растворъ я не говорилъ, но въ виду вашего замѣчанія заявляю, что морозъ оказываетъ весьма вредное вліяніе на неотвердѣвшій растворъ; неотвердѣвшій растворъ подвергнувшійся замерзанію теряетъ значительно въ крѣпкости при послѣдующемъ отвердѣваніи, въ этомъ я убѣдился прямыми изслѣдованіями надъ сопротивленіемъ подвергавшихся и не подвергавшихся замерзанію цементныхъ растворовъ разрыву. Изслѣдованія эти были мною произведены при постройкѣ моста Императора Александра II; на основаніи сихъ изслѣдованій я полагаю, что *гидротехническихъ* сооружений на цементномъ растворѣ въ морозъ возводить нельзя.

Что касается до смѣшенія цемента съ сырымъ пескомъ, то я все-таки утверждаю, что сырость песка затрудняетъ хорошее пере-

мѣшиваніе цемента и песка и ухудшаетъ качество раствора. Слѣдовательно все-таки при сыромъ пескѣ нужна болѣе тщательная обработка, а разъ требуется усиленная работа, то это уже надо считать неблагопріятнымъ обстоятельствомъ.

*Г. Предсѣдатель.* Это только теоретически, а такъ какъ для смѣшиванія болѣею частью и безъ того употребляется механическая работа, то дѣйствительно требованіе сухого песку является совершенно излишнимъ.

*Д. О. Журицковъ.* Относительно Одесскихъ молочъ я хотѣлъ сказать, что главнѣйшая причина ихъ разрушенія—есть осадка мола. Тонкая надстройка возводилась тотчасъ послѣ укладки массивовъ, на которые хотя и была сдѣлана нагрузка, но это было недостаточно при Одесскомъ днѣ; осадка происходила далѣе, такъ что середка осталась цѣла, а въ краяхъ растворъ размытъ и обращенъ въ труху. По моему все объясняется осадкой, такъ какъ это единственное условіе, которое могло дѣйствовать на всемъ протяженіи, а дурную работу на всемъ протяженіи допустить невозможно.

*А. Л. Бертье де-ла-Гарди.* Во всякомъ случаѣ, когда идетъ рѣчь о разрушеніи такого крупнаго сооруженія, какъ Одесскій молъ, то, я думаю, стоить на немъ остановиться и рѣшить въ чемъ дѣло. Замѣтите, что Одесскій портъ строили разныя лица въ разное время и нельзя поэтому допустить всюду дурную работу; въ тоже время строился городъ; невѣроятно же допустить, чтобы еврейскія постройки производились лучше чѣмъ портъ, а между тѣмъ онѣ стоятъ до сихъ поръ; слѣдовательно все дѣло не можетъ заключаться только въ качествѣ работы.

Затѣмъ не можетъ все дѣло заключаться и въ камнѣ, потому что употребленный тамъ Аккерманскій камень—все таки лучшій изъ всего имѣющагося въ этой мѣстности; во всякомъ случаѣ, онъ несравненно лучше камня, употребляемаго для Одесскихъ домовъ, которые строятся изъ камня совершенно порпстаго и сквозного, сохраняющагося, однако, отлично.

И такъ повторяю: допустить дурную работу нельзя, допустить разрушеніе цемента — тоже нельзя, равнымъ образомъ нельзя допустить и разрушеніе камня отъ мороза въ обыкновенныхъ условіяхъ. Что же могло подѣйствовать? Осадка? Но вѣдь это сооруженіе по-

строено давно и въ началѣ этого не замѣчалось, между тѣмъ осадка началась бы сразу. Значить, есть иная причина.

Возвращаюсь къ тому, что указалъ въ началѣ, т. е. на пористость камня, употребленнаго въ гидро-техническое сооруженіе. Пористый камень, сохраняющійся при обыкновенныхъ условіяхъ очень хорошо, ничего не стоитъ на урѣзѣ воды, гдѣ вода то отливаетъ, то приливаетъ и камень, то мерзнетъ, то оттаиваетъ.

*Г. Предсѣдатель.* Я предложилъ бы этимъ закончить вопросъ о поврежденіяхъ Одесскихъ моловъ и выслушать сообщеніе г. Глинки о способѣ примѣненія тяжелыхъ жидкостей къ испытанію цементовъ.

*С. Θ. Глинка.* Я не рискнулъ бы обратиться къ собранію съ изложеніемъ опытовъ, только что начатыхъ г. Лахтинымъ и мною, если бы не имѣлъ въ виду, что собраніе специалистовъ по цементному дѣлу, какъ теоретиковъ, такъ и практиковъ, прямо мнѣ скажетъ, стоитъ или нѣтъ продолжать эти опыты, тѣмъ болѣе, что принципъ, который лежитъ въ основаніи этихъ опытовъ, не былъ еще ни разу примѣненъ въ дѣлѣ испытанія цементовъ и, какъ мнѣ кажется, заслуживаетъ вниманія.

Въ геологіи давно употребляютъ тяжелыя жидкости для раздѣленія составныхъ частей горныхъ породъ; къ нимъ относится растворъ іодистой ртути въ іодистомъ калии или іодистомъ баріи. Но эти жидкости не могутъ быть примѣнены для анализа гидравлическаго цемента въ виду того простаго основанія, что въ нихъ входитъ вода. Изъ такихъ жидкостей, въ которыя вода не входитъ, мнѣ было извѣстно только одно соединеніе — этилатъ талія, но въ виду его дороговизны, его примѣненіе невысказимо, даже въ лабораторной практикѣ.

Недавно я узналъ, что для опредѣленія удѣльнаго вѣса горныхъ породъ стали употреблять іодистый метиленъ; его приготовленіе очень просто, онъ стоитъ недорого и особенно важно то, что однимъ и тѣмъ же количествомъ этого вещества, безъ большихъ потерь, можно пользоваться большое число разъ. Я ухватился за это вещество, но, къ сожалѣнію во всемъ Петербургѣ не могъ его найти и только, благодаря любезному содѣйствію университетскихъ химиковъ, я получилъ небольшое количество этого препарата, къ сожалѣнію уже

нѣсколько измѣнившаго свои свойства, вслѣдствіе продолжительнаго храненія.

Я прежде всего опишу свойства іодистаго метилена: онъ представляетъ изъ себя жидкость, которая при  $+15^{\circ}$  обладаетъ наибольшимъ удѣльнымъ вѣсомъ — 3,36; при  $+4^{\circ}C$  метиленъ застываетъ. Онъ желтоватаго цвѣта, прозраченъ и кипитъ при  $188^{\circ}$ . Полученный мною препаратъ былъ буроватаго цвѣта и смачивалъ стекло; между тѣмъ какъ настоящій, свѣжій препаратъ не смачиваетъ стекла. Я думалъ даже, что онъ не будетъ годенъ, но оказалось, что въ немъ плаваютъ базальтъ, стекло и доменный шлакъ.

Разбавляя іодистый метиленъ бензоломъ, я получилъ такую жидкость, въ которой нѣкоторыя части портландъ-цемента тонули, а другія всплывали. Въ одной маленькой пробиркѣ\*) я имѣю чистый іодистый метиленъ, въ которомъ портландъ-цементъ, большого удѣльнаго вѣса 3,14, весь плаваеетъ. Въ другой пробиркѣ прибавлено столько бензола, что часть того же самаго цемента потонула, другія всплыли. Въ третьей пробиркѣ находится портландъ-цементъ по видимому съ примѣсю романскаго; а въ четвертой завѣдомо смѣсь портландскаго съ романскимъ; но къ сожалѣнію сюда было прибавлено слишкомъ много бензола, его пришлось снова отгонять, а такъ какъ препаратъ не совсѣмъ чистъ, то произошло частное разложеніе.

Вотъ все, что я имѣлъ сказать и, повторяю, мнѣ хотѣлось бы слышать мнѣнія собранія стоптъ-лп продолжать эти опыты.

*А. Р. Шуляченко.* Сообщенное С. Θ. Глинкой представляетъ большой интересъ, пока, впрочемъ, интересъ научнаго характера; конечно теперь еще не хотѣлось бы отягощать практику такой пробой, но научный интересъ это имѣетъ громадный, потому что вы имѣете возможность понижать и повышать удѣльный вѣсъ вашей жидкости и можете дойти до того, что каждая смѣсь цемента будетъ имѣть соотвѣтственную смѣсь этой жидкости. Пока, это чисто качественный анализъ и потому для практики онъ неудобенъ; развѣ только способомъ этимъ можно пользоваться для опредѣленія фальсификаціи.

*С. Θ. Глинка.* При этомъ способѣ главнымъ образомъ хорошо

---

\*) Во время сообщенія были показаны пробирки, о которыхъ упоминается въ протоколѣ.



выдѣляются шлаки, затѣмъ романскіе цементы; самое же главное преимущество этого вещества состоитъ въ томъ, что оно не дѣйствуетъ на цементъ химически.

*А. Р. Шуляченко.* Это очень интересно, потому что примѣсь шлаковъ химическимъ анализомъ опредѣляется съ трудомъ. Удѣльный вѣсъ шлаковъ ниже удѣльнаго вѣса портландъ-цементовъ; это даетъ возможность отдѣлять сказаннымъ способомъ шлаки отъ цемента.

*Г. Предсѣдатель.* И такъ этотъ способъ изслѣдованія признается желательнымъ; и мы просимъ васъ, Сергѣй Ѳедоровичъ, продолжать ваши опыты, а когда они достигнутъ практическаго характера—примѣнимъ ихъ на практикѣ.

*А. Р. Шуляченко.* Особенно нѣмцы вамъ будутъ благодарны: у насъ шлаковъ мало, а они не знаютъ, какъ себя отъ нихъ оградить.

*Г. Предсѣдатель.* Прежде чѣмъ предложить перейти къ разсмотрѣнію правилъ, выработанныхъ подъ-комиссіей, я долженъ сказать, что, пользуясь предоставленнымъ мнѣ правомъ собрать мнѣнія разныхъ компетентныхъ лицъ, я получилъ между прочимъ письмо отъ инженера Семиколѣнова, которое желалъ бы прочесть въ засѣданіи.

Читается записка г. Семиколѣнова объ испытаніяхъ и приемкѣ порландскаго цемента для работъ, въ коей авторъ между прочимъ говоритъ о недопущеніи подмѣсей къ цементу и предлагаетъ установить правительственный контроль за приготовленіемъ цемента внешними ревизіями на тѣхъ заводахъ, которые изъявляютъ желаніе быть поставщиками казенныхъ работъ и предоставить подрядчикамъ казенныхъ работъ приобрѣтать цементъ для работъ съ тѣхъ заводовъ, на которыхъ будетъ установленъ такой контроль, причемъ проконтролированный на заводѣ цементъ избавлять отъ нынѣ проектируемыхъ испытаній на мѣстѣ работъ, предоставивъ начальнику работъ право выбирать образчики изъ поставленнаго на работы цемента и повѣрять качество его испытаніями; если же цемента на русскихъ контролируемыхъ заводахъ будетъ недостаточно или онъ будетъ очень дорогъ, то подрядчику предоставить приобрѣтать заграничный цементъ съ тѣмъ, чтобы онъ подвергался полнымъ испытаніямъ на мѣстѣ работъ.

Приложеніе № 8. (Записка помѣщена въ приложеніяхъ).

*Г. Предсѣдатель.* Сущность прочитанной записки совпадаетъ съ тѣмъ, что мы уже имѣли въ виду, именно: желательно учредить

контроль правительства прямо надъ цементными заводами. Съ этой точки зрѣнія взгляды г. Семиколѣнова, какъ опытнаго инженера, весьма интересны.

*А. Р. Шуляченко.* Въ общемъ, вѣроятно, все согласятся, что нѣтъ основанія устраивать нѣсколько контролей; поэтому, если будетъ введенъ контроль на заводѣ, то все дальнѣйшія испытанія являются совершенно лишними и могутъ быть исключены.

Можетъ, конечно, случиться, что транспортъ цемента будетъ испорченъ въ пути подмоченъ; но въ такомъ случаѣ заводъ не несетъ уже отвѣтственности; тогда цементъ можетъ быть забракованъ на мѣстѣ работъ и придется обратиться въ лабораторію для опредѣленія его пригодности. Этимъ слѣдовательно я хочу сказать, что контроль на заводѣ я считаю совершенно достаточнымъ.

Теперь, что касается до недопущенія примѣсей, — то это просто желаніе человѣка специально незнакомаго съ дѣломъ: безъ примѣси, напр. гипса, обойтись нельзя;  $1\frac{1}{4}$ — $1\frac{1}{2}$  процента его оказываются благотѣльнымъ, такъ какъ благодаря гипсу цементъ изъ твердѣющаго въ  $\frac{1}{2}$  часа, дѣлается твердѣющимъ въ 3—4 часа, а это одно изъ необходимыхъ условій удачнаго цемента.

Далѣе, мнѣ кажется, что мѣра внезапныхъ ревизій заводовъ Министерствомъ совершенно несостоятельна, потому что цементный заводъ вѣдь не обязанъ всегда готовить цементъ одинаковаго качества. Очень можетъ случиться, что заводъ, по заказу частнаго лица, будетъ готовить цементъ низшаго качества; наконецъ, на заводѣ всегда существуютъ партіи, которыя не могутъ быть пущены въ продажу подъ именемъ порландъ-цемента, но который можетъ быть взятъ довольствующимся цементомъ низшаго сорта. Нельзя же связывать такихъ частныхъ строителей, и какъ скоро заводъ продаетъ такой продуктъ не подъ именемъ порландъ-цемента, то никакого нарушенія правилъ промышленности тутъ нѣтъ и лишать заводъ добраго имени только потому, что у него есть запасъ, не удовлетворяющій министерскимъ требованіямъ, который онъ продаетъ не подъ именемъ порландъ-цемента — мнѣ кажется совершенно несправедливо.

Другое дѣло, когда М-во дало заводу извѣстный заказъ. Тогда, конечно, оно и является контролеромъ той поставки, которая для него предназначается, и я думаю, что Правительство должно имѣть своихъ агентовъ, не постоянно живущихъ на заводѣ, а вре-

менно командпругеыхъ для наблюденія за исполненіемъ министерскаго заказа, причеиъ только та партія и можетъ быть отправлена съ завода, которая освидѣтельствована этимъ инспекторомъ и снабжена о томъ его свидѣтельствомъ; выдачу-же свидѣтельствъ не партіи цемента, а самимъ заводаиъ, какъ предлагаетъ г. Сеииколѣновъ, я считаю бесполезною, потому что всякій заводъ, даже снабженный такимъ свидѣтельствомъ отъ М-ва, можетъ случайно выпустить неудовлетворительный продуктъ.

Затѣиъ, последнее замѣчаніе, которое я имѣю сдѣлать—это относительно того, что заграничнымъ заводаиъ дають черезъ чуръ большія преимущества. Здѣсь предполагается установить такой строгій контроль надъ русскими заводаиъ, а заграничнымъ заводаиъ дается черезъ чуръ большое предпочтеніе; желательно было бы приравнять ихъ съ русскими заводаиъ.

*О. Г. Зброжскъ.* Я совершенно раздѣляю мнѣніе, что внезапныя ревзніи заводовъ ни къ чему, кромѣ недоразумѣній между заводоиъ и Министерствомъ, не поведутъ и никогда не дадутъ убѣжденія въ томъ, что продуктъ соотвѣтствуетъ установленнымъ качествамъ и вполне согласенъ съ Алексѣеиъ Романовичеиъ, что слѣдовало бы имѣть на заводѣ контролера отъ Министерства только на время изготовленія заказанной имъ партіи; это было бы выгодное п съ той стороны, что уменьшило бы число агентовъ, а такъ какъ желательно конечно, чтобы это были люди дѣйствительно хорошо знакомые съ дѣломъ изготовленія портландъ цемента, то это является весьма важнымъ обстоятельствомъ.

Затѣиъ, мнѣ кажется, что не смотря на контроль на заводѣ, всетаки нѣкоторый контроль на работахъ *необходимъ*, но я не согласенъ съ Г. Сеииколѣновымъ, который указываетъ, что начальникъ работъ можетъ, по своему усмотрѣнію брать пробы на выборъ и посылать ихъ въ Петербургъ. Если испытаніе на мѣстѣ, почему либо представляетъ затрудненія, останавливаетъ работу и заставляетъ подрядчика тратиться на запасъ цемента, то посылка пробъ для испытанія въ Петербургъ будетъ еще хуже, потому что всетаки на работахъ всякое испытаніе можно произвести довольно скоро. Посылка пробъ въ Петербургъ можетъ повести къ значительнымъ недоразумѣніямъ; вѣдь если разъ зародилось подозрѣніе въ недоброкачественности материала, то значить нельзя уже допустить его въ работу раньше

испытанія, слѣдовательно вся партія должна быть задержана, до получения результатовъ испытаній изъ Петербурга. Такой способъ повѣрочнаго контроля я считаю невозможнымъ, но утверждаю, что на ряду съ контролемъ на заводѣ, долженъ быть контроль на мѣстѣ работъ; его можно облегчать, измѣнить, избавить отъ нѣкоторыхъ формальностей, сравнительно съ теперешними требованіями, но онъ всетаки необходимъ.

*Д. Д. Гнусинъ.* Контроль на мѣстѣ работъ необходимъ независимо отъ контроля на заводѣ уже потому что партія эта можетъ испортиться въ пути; пересылать же пробы въ Петербургъ конечно было бы слишкомъ долго.

*А. Л. Бертье—де-ла-Гарди.* Я совершенно раздѣляю мнѣніе, что Министерство будетъ болѣе обезпечено, если будетъ введенъ контроль на заводѣ. Проба цемента требуетъ умѣлыхъ рукъ и большой опытности; часто проба въ однихъ рукахъ даетъ неудовлетворительный результатъ, но является опытный человекъ или мастеръ съ завода, и цементъ оказывается прекраснымъ; слѣдовательно на заводѣ долженъ быть инженеръ, знающій дѣло, и тамъ испытанія могутъ быть поставлены несравненно лучше и дать лучшіе результаты, вѣрнѣе обезпечивающіе Министерство. Далѣе я вполне согласенъ, что контроль надъ заводомъ едва ли можетъ быть установленъ ввидѣ предлагаемыхъ внезапныхъ ревзій; подобная инспекція должна заключаться ни въ чемъ иномъ, какъ въ контрольной пробѣ той партіи, которая отпускается по заказу Министерства, иначе говоря, на заводѣ исполняется то, что теперь требуется исполнять на мѣстѣ работъ. Разъ это будетъ на заводѣ исполнено, и партія является на мѣсто работъ съ свидѣтельствомъ, что цементъ хорошъ, то слѣдуетъ ли подвергать его новому испытанію? Я думаю, что нѣтъ! Да и въ чемъ должны заключаться облегченныя испытанія, такъ какъ онѣ и теперь не трудны, для ихъ производства требуется небольшое мѣсто и небольшое количество не очень дорогихъ приспособленій—все это не представляетъ большихъ затрудненій. Что же тутъ можно еще облегчить, когда мы и теперь производимъ приемку по испытаніямъ черезъ 7 дней! Я полагаю, что если мы примѣемъ хорошее точное испытаніе на заводѣ, то и достаточно, и что же, наконецъ, можетъ случиться съ цементомъ въ пути? Онъ можетъ быть только подмоченъ, но вѣдь тогда онъ обратится въ камень, такъ что тутъ требуется контроль простаго

взгляда: разбили бочку, высыпался из нея цементъ — значить онъ хорошъ, а если не высыпался, значить былъ подмоченъ—это и теперь иногда случается и мы тотчасъ же это видимъ и выкидываемъ такія бочки. Слѣдовательно разъ партія идетъ съ завода со свидѣтельствомъ, въ которомъ обозначено число боченковъ, ихъ номера и фирма завода, то этого совершенно достаточно.

*Н. А. Бьеллюбскій.* Подмочка цемента всегда можетъ быть замѣчена. На постройкѣ Волжскаго моста на Оренбургской ж. д. была получена партія въ 10000 бочекъ подмоченною; пришлось ее перемалывать и перемоль обошелся около 40 тыс. руб.; вся партія была раздѣлена на мелкія партіи по 200 бочекъ; было выбрано, то, что оказалось годнымъ, и пробы, испытанныя въ лабораторіи, дали удовлетворительные результаты.

Затѣмъ, относительно пошрины я обращаю вниманіе на то, что съ этой стороны не можетъ быть никакихъ опасеній; русское цементное производство стало такъ прочно, что едва-ли можно бояться конкуренціи иностраннаго цемента; вѣдь и теперь уже не всею пошлиною пользуются русскіе заводы

*А. Р. Шуляченко.* Тѣмъ не менѣе не надо забывать, что въ теченіи послѣдняго года курсъ поднялся на 40%, такъ что если мы прежде получали иностранный цементъ за 6 руб., то теперь можемъ получать за 4 руб.

*Н. А. Бьеллюбскій.* Если будетъ признана необходимость контрольных испытаній въ Петербургѣ, то очень важно выработать такія правила, чтобы эти испытанія въ Петербургѣ заканчивались раньше пріемки цемента на мѣстѣ работъ, а то теперь, въ большинствѣ случаевъ, отъ начальника работъ получается въ Лабораторію проба тогда, когда пріемка уже окончена, такъ что въ сущности эти испытанія являются бесполезными.

*А. Г. Нюбергъ.* Я хотѣлъ спросить, какъ это дѣлается во Франціи: производятся ли тамъ пробы на работахъ, или довольствуются испытаніями на заводахъ?

*В. Е. Тимоновъ.* Тамъ лабораторіи устраиваются непосредственно при работахъ.

*Д. О. Жаринцовъ.* Когда требовалось большое количество Тейльской извести для Марсельскихъ работъ, поставка, производимая за-

водомъ Лафаржа и находилась прямо подъ контролемъ Правительства; но тамъ существовалъ другой порядокъ, который трудно примѣнить у насъ; у Лафаржа въ это время не работали ничего, кромѣ казеннаго заказа, у насъ же въ цементномъ производствѣ получаютъ разные сорта цемента, причемъ продуктъ не удовлетворяющій условію казеннаго контракта можетъ перемалываться, и идти для другихъ работъ. Съ какой же стати инспекторъ будетъ вмѣшиваться въ заводское производство? Не лучше ли имѣть на заводѣ постоянный казенный складъ, запечатанный, который инспекторъ и контролируетъ, не касаясь того, что находится внѣ этого склада? Словомъ, придется сдѣлать, какъ въ таможнѣ: изъ завода цементъ будетъ переводиться подъ контролемъ инспектора въ пакгаузъ, изъ котораго онъ уже будетъ свободно выпускаться.

Затѣмъ, что касается до заграничныхъ цементовъ, то хотя ихъ употребленіе и мало вѣроятно, какъ говоритъ Николай Аполмоновичъ, тѣмъ не менѣе желательно и для нихъ установить нѣкоторыя условія, потому что, если здѣшніе заводы контролируются всѣми мѣрами, то это необходимо примѣнять и относительно заграничныхъ цементовъ.

*С. И. Руденко.* Я все таки того мнѣнія, что контроль начальника работъ необходимъ, потому что, не смотря на присутствіе инспектора на заводѣ, я не могу довѣряться заводу вполне: тамъ могутъ подмѣшать и пережженный и недожженный цементъ; наконецъ, развѣ заводъ можетъ всегда ручаться за свой цементъ? Поэтому я настаиваю, что повѣрка заводскаго контроля на мѣстѣ работъ необходима.

*Ө. Г. Зброжекъ.* Дѣйствительно, вовсе отказываться отъ контроля на мѣстѣ работъ, по крайней мѣрѣ въ настоящее время, не слѣдуетъ. Можетъ быть со временемъ практика и выяснитъ, въ какой мѣрѣ этотъ контроль необходимъ; но на первое время, когда мы еще не имѣемъ понятія о тѣхъ лицахъ, которыя будутъ контролерами на заводахъ, возбуждать разговоръ о прекращеніи контроля начальника работъ — немыслимо и такія повѣрочныя испытанія на работахъ нисколько не затруднительны.

Въ настоящее время испытаніями на работахъ стремятся разрѣшить, такъ сказать, всѣ вопросы о качествахъ цемента; когда же

будетъ уже нѣкоторое убѣжденіе, что продуктъ доставляется надлежащаго качества, то на долю начальника работъ останется только опредѣлить, не попало ли въ партію какого-нибудь неподходящаго матеріала, потому что на заводѣ при большомъ производствѣ, одинъ человѣкъ можетъ и не услѣдить.

*А. Р. Шуляченко.* Я и не думалъ устранять контроль строителя, я только не желалъ дѣлать его обязательнымъ; лишить же его возможности производить испытанія, если партія показалась ему подозрительной, объ этомъ, конечно, не можетъ быть и рѣчи.

*А. Л. Бертъ-де-ла-Гарди.* Это по моему невозможно: тогда пусть будетъ контроль только на мѣстѣ работъ. Надо что нибудь одно и опредѣленное, а то изъ этого выйдутъ одни пререканія.

*Н. А. Бьеллюбскій.* На заводѣ будутъ производиться пробы весьма обстоятельныя, въ большомъ количествѣ для каждой партіи, такъ что въ сущности свидѣтельства, сопровождающее партію на мѣсто работъ, будутъ заключать рядъ испытаній, и если начальникъ работъ и пожелаетъ сдѣлать нѣсколько пробъ изъ всей поставки, то все же онъ не будетъ затрудненъ необходимостью брать опредѣленное число пробъ изъ столькихъ то сотенъ. Мнѣ кажется, — намъ слѣдовало бы, предполагая, что общее испытаніе сдѣлано на заводѣ, перечислить, какія еще испытанія необходимы на мѣстѣ работъ. Такъ, напримѣръ, я счятаю полезнымъ, провѣрить на мѣстѣ *постоянство объема*; словомъ я полагалъ бы выдѣлить изъ цѣлаго ряда испытаній тѣ изъ нихъ, которыя обязательны и на мѣстѣ работъ.

*Д. Д. Гнусинъ.* Заводъ поставяетъ цементъ въ разные мѣста и на разные работы, поэтому заготовляетъ его въ массѣ и никогда инспекторъ на заводѣ не продѣлаетъ столько испытаній, сколько можно сдѣлать на мѣстѣ работъ.

*Н. А. Бьеллюбскій.* Да почему же, если онъ тамъ только за этимъ и слѣдить?

*Д. Д. Гнусинъ.* Во всякомъ случаѣ повѣрочный контроль на работахъ необходимъ.

*Г. Предсѣдатель.* Когда будемъ здѣсь разсматривать выработанныя подкоммиссіею техническія условія пріемки цементовъ, то придемъ къ свѣдѣнію все здѣсь сказанное; а теперь я предложилъ бы прочесть письмо г. Ливена, въ которомъ онъ сообщаетъ свои замѣ-

чанія на разосланный проект условій приѣмки цемента, составленный подкомиссіей. Замѣчанія его могут повліять на окончательную редакцію этихъ условій.

Читается письмо слѣдующаго содержанія:

*С.-Петербургъ 17-го Января 1890 г.*

Милостивый Государь

Михаилъ Николаевичъ!

Вслѣдствіе бывшаго на этихъ дняхъ разговора нашего, имѣю честь препроводить на усмотрѣніе, Вашего Превосходительства, нѣкоторые замѣчанія и мысли, касающіяся проекта установленія техническихъ условій приѣмки портландъ-цементовъ для портовыхъ работъ.

Относительно пункта 1-го:

Устанавливаемый проектомъ крайній предѣлъ отношенія вѣсового количества окиси кальція и щелочей къ суммѣ вѣсовыхъ количествъ кремнезема, глинозема и окиси желѣза  $\left( \frac{\text{CaO} + \text{щелочи}}{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3} \right) = 2,2$  нельзя не признать слишкомъ узкимъ.

Отношеніе это не мало зависитъ отъ степени тонкости перемола сырыхъ матеріаловъ, изъ которыхъ приготовленъ цементъ, ибо чѣмъ тоньше ихъ перемоль, тѣмъ выше могутъ быть предѣлы того отношенія, такъ что при достаточно тонкомъ перемолѣ отношеніе 2,4 вполне допустимо.

Въ Италіи допускается даже отношеніе 2,5.

Это происходитъ отъ того, что всѣ безъ исключенія итальянскіе заводы портландскаго цемента обрабатываютъ одни только естественные сырые матеріалы, не прибѣгая вовсе къ искусственному ихъ смѣшенію. Природа-же производитъ процессъ отмучиванія и смѣшенія составныхъ частей сыраго цементнаго матеріала съ несравненно большею равномерностью и тонкостью нежели человѣческія руки и машины.

Хотя въ настоящее время въ Россіи всего одинъ только заводъ работаетъ надъ естественнымъ сырымъ матеріаломъ, однако, на Югѣ нашего отечества не мало есть залежей мергелей, годныхъ для производства портландскаго цемента и, такимъ образомъ, ограниченіе отношенія вѣсовыхъ количествъ  $\frac{\text{Ca O} + \text{щелочи}}{\text{Si O}_2 + \text{Al}_2 \text{O}_3 + \text{Fe}_2 \text{O}_3}$  крайнимъ предѣ-



ломъ 2,2 или 2,3 можетъ нанести ущербъ развитію отечественной промышленности.

При этомъ совершенно безразлично, употребляется-ли португальскій цементъ для портовыхъ или другого рода работъ.

Равнымъ образомъ, мнѣ кажется, что если ограничить количество сѣрной кислоты въ цементѣ 1,5%, то предѣлъ примѣсей, содержащихъ сѣрную кислоту будетъ слишкомъ незначителенъ.

Въ тѣхъ нерѣдкихъ случаяхъ, напримѣръ, когда сѣрная кислота ( $SO_3$ ) обусловливается наличностью сѣрнаго желѣза въ сыромъ матеріалѣ, можно смѣло, безъ вреда для цементныхъ работъ въ морской водѣ, допустить два процента сѣрной кислоты, такъ какъ образовавшійся во время процесса обжиганія сѣрнистый кальцій при затверденіи безъ измѣненія объема, вновь превращается въ сѣрнистое желѣзо.

Въ виду сего я предлагалъ бы допустить содержаніе сѣрной кислоты ( $SO_3$ ) до 2%-овъ.

Что же касается количества магнезіи ( $MgO$ ), то превышеніе ея 3%-овъ слѣдуетъ считать безусловно вреднымъ для годности цемента, ибо въ такомъ случаѣ, нерѣдко совершается разрушеніе цемента нѣсколько лѣтъ спустя, между тѣмъ, какъ нынѣ практикующіеся способы испытанія цемента не даютъ возможности удостовѣриться въ этомъ вредномъ дѣйствіи излишняго количества магнезіи.

*Относительно пункта 4-го.*

Шесть часовъ представляются слишкомъ небольшимъ максимальнымъ временемъ схватыванія.

Хорошо вылежавшійся и для всѣхъ портовыхъ работъ безусловно годный цементъ можетъ схватываться и въ теченіи болѣе продолжительнаго времени, и потому мнѣ кажется, слѣдовало-бы опредѣлить максимальный срокъ схватыванія цемента, по крайней мѣрѣ, въ 8 часовъ.

*Относительно пункта 8-го.*

Кромѣ 7 дневнаго испытанія крѣпости цемента, слѣдовало-бы, независимо отъ первоначально оказавшейся недостаточной крѣпости, вообще сохранить нынѣ примѣняемое испытаніе крѣпости *черезъ 28 дней*, не смотря на то, что для извѣстныхъ цементовъ, въ большинствѣ случаевъ, можно было-бы допустить нормою обнаружившуюся *черезъ 7 дней* крѣпость.

Въ заключеніе, въ виду содержащагося въ пунктѣ 2-мъ правила, я позволю себѣ обратить вниманіе, Вашего Превосходительства, на неотложную необходимость установить нормальный вѣсъ бочки цемента въ 10 пудовъ приблизительно, — нетто—не только въ Министерствѣ Путей Сообщенія, но и для торговли въ Имперіи, вообще.

Въ западныхъ государствахъ Европы всѣ цементные заводы обязались между собою не выпускать въ торговлю бочекъ съ меньшимъ вѣсомъ цемента и всѣ вѣдомства издали въ этомъ-же смыслѣ соответствующія правила. Кромѣ того, допускаются также и мѣшки, содержащіе половину сего вѣса.

Между тѣмъ, тѣ же самые заводы не стѣсняются провозить въ Россію *десяти и даже восьми-пудовыя бочки*, покупаемыя малосвѣдующею публикою отъ недобросовѣстныхъ торговцевъ, во вредъ отечественной промышленности, за полновѣсныя десяти пудовыя.

Ваше Превосходительство оказали-бы не маловажную услугу напей отечественной промышленности, войдя въ сношеніе съ Министерствомъ Финансовъ, и предложивъ, чтобы на будущее время пропускался чрезъ таможенную иностраннѣй цементъ исключительно въ бочкахъ содержащихъ *не меньше десяти пудовъ цемента нетто* или *одиннадцати пудовъ брутто*, подъ страхомъ оплаты таможеннаго штрафа за недовѣсъ.

Примите удостовѣреніе въ моемъ глубокомъ къ Вамъ уваженіи и почтеніи.

Д-ръ В. Ливенъ.

Г. Предсѣдатель. Я прошу Николая Аполлоновича сказать теперь свое мнѣніе о предѣльномъ содержаніи магnezіа въ цементахъ.

Н. А. Бьеллюбскій читаетъ записку, помѣщенную въ приложеніяхъ, Приложение № 9. и заявляетъ слѣдующее: къ прочитанному мною остается добавить, что по тѣмъ испытаніямъ, которыя были произведены Диккергофомъ, оказывается, что начиная съ содержанія магnezіа въ 10% обнаруживается замѣтное возрастаніе объема и непостоянство цемента; причемъ увеличеніе объема идетъ непрерывно до 2-хъ лѣтъ, въ теченіи коихъ велись наблюденія. При 6% замѣчается крайне малое увеличеніе объема, останавливающееся на постоянной величинѣ и не влекущее за собою пагубнаго для сооруженія непостоянства объема.

Предположенный подкомиссией предѣлъ содержанія магnezіи въ 3% требуетъ мотивировки. Вотъ почему у меня явилось желаніе обратиться къ представителямъ русскихъ цементныхъ заводовъ и къ нѣкоторымъ специалистамъ за границей съ предложеніемъ высказаться о предѣльномъ содержаніи MgO и SO<sub>3</sub>, основываясь главнымъ образомъ на ихъ личныхъ работахъ.

Предѣлъ 3% для MgO лично мнѣ казался низкимъ. Изъ полученныхъ мною заявленій можно сдѣлать заключеніе, что большинство изъ запрошенныхъ лицъ высказываются за 5%, или около того. Далѣе относительно сѣрной кислоты, слѣдовало-бы остановиться на 2%, потому что сѣрная кислота является не только изъ добавляемаго гипса, но и изъ сырыхъ матеріаловъ и изъ топлива. То, откуда она взялась, имѣетъ значеніе. Между тѣмъ инспекторъ, не войдя въ точный анализъ этого обстоятельства, можетъ забраковать цементъ изъ за такой мелочи. Для сооруженія же эти 2% не вредны, такъ что было бы обоюдною выгодною повысить содержаніе сѣрной кислоты съ 1½ на 2%.

Съ цѣлью выяснить вопросъ о магnezіи я поинтересовался изслѣдовать портландъ-цементъ завода Шмидта относительно содержанія въ немъ магnezіи, откинувъ то ея количество, которое попадаетъ туда отъ прибавленія романъ-цемента. Поэтому Лабораторія затребовала отъ завода Шмидта послѣдняго производства портландъ-цементъ, приготовленный по формальному заявленію завода, безъ добавленія романъ-цемента. По анализу Лабораторіи Министерства Финансовъ въ затребованномъ цементѣ оказалось магnezіи 4½% исключительно благодаря присутствію углекислаго магнія въ глинтѣ, получаемой Рижскимъ заводомъ съ береговъ Западной Двины. Тогда явился вопросъ съ какого времени сталъ заводъ употреблять эту глину, только-ли теперь или съ самаго начала производства цемента? Я обратился къ старому цементу, хранящемуся въ Лабораторіи съ постройки Волжскаго моста, т. е. съ 1881 года. Анализъ этого цемента въ той-же Лабораторіи далъ 4,66% магnezіи; между тѣмъ какъ цементъ съ прибавленіемъ романскаго далъ содержаніе магnezіи въ 8,28%. Отсюда ясно, что цементъ производства 1881 года былъ безъ примѣси романъ-цемента. Принимая во вниманіе, 1) что вредное вліяніе магnezіи начинается съ содержанія ея въ 6%, и 2) что употребленный цементъ при постройкѣ опоръ Волжскаго моста, существующихъ до

сихъ поръ безъ всякихъ поврежденій, былъ безъ примѣси романъ-цемента, но съ  $4\frac{1}{2}\%$  магнезій, можно высказаться за содержаніе магнезій въ портландъ-цементѣ до  $5\%$  безъ вреда для прочности и долговѣчности сооруженій и при томъ не ставя заводы въ бесполезно-стѣснительныя условія.

*Д. О. Жаринцовъ.* Въ Потійскомъ портѣ уже 22 года лежатъ доломитовые цементы. Я видѣлъ ихъ 1882 году; они были такъ же крѣпки, какъ 15 лѣтъ тому назадъ, не смотря на то, что они лежатъ въ морской водѣ, и въ нихъ громадное содержаніе магнезій.

*Н. А. Бѣлелюбскій.* Я высказываюсь за содержаніе магнезій до  $5\%$ .

*Г. Предсѣдатель,* пригласивъ членовъ на слѣдующее засѣданіе, назначенное на 25 Января сего года, объявилъ засѣданіе закрытымъ; при чемъ подкоммиссіи, выработывавшей техническія условія, предложено было къ ближайшему засѣданію еще разъ просмотрѣть ихъ и внести редакціонныя и другія поправки въ связи съ обсужденіемъ вопроса въ настоящемъ засѣданіи.

---

Къ настоящему второму протоколу коммиссіи относятся слѣдующія приложенія:

№ 6. Записка О. Г. Зброжека о нѣкоторыхъ условіяхъ прочности гидротехническихъ сооруженій.

№ 7. Выписка изъ статьи, г. Бѣлявина о бетонныхъ работахъ въ гор. Николаевѣ.

№ 8. Записка Г. С. Семколюнова объ испытаніи цемента и его приемкѣ.

№ 9. Записка Н. А. Бѣлелюбскаго по вопросу о химическомъ составѣ цементовъ.



## Протоколъ № 3.

**Засѣданія Комиссіи по вопросу о заготовкѣ, приѣмкѣ  
и испытаніяхъ портландъ-цементовъ для портовыхъ  
работъ.**

*Января 25 дня 1890 г.*

Предсѣдательствовалъ: *М. Н. Герсевановъ.*

Присутствовали: *А. Р. Шуляченко.  
Н. А. Бьеллюбскій.  
А. Г. Нюбергъ.  
Ө. Г. Зброжекъ.  
А. Л. Бертъе-де-ла-Гарди.  
С. И. Руденко.  
Д. Д. Гнусинъ.  
И. В. Жирухинъ.  
М. А. Ляхницкій.  
С. Ө. Глинка.  
В. Е. Тимоновъ.*

Обязанности Секретаря исполнялъ *Н. К. Лазтинъ.*

Г. Предсѣдатель, открывъ засѣданіе, предложилъ прочитать заявленіе торговаго дома Гг. Вогау въ Москвѣ слѣдующаго содержанія:

Тайному Совѣтнику

Михаилу Николаевичу Герсеванову

Докладная записка.

Вслѣдствіе современныхъ требованій по производству портландскаго цемента, Товарищество Рижскаго Цементнаго завода и Маслобойни К. Х. Шмидта рѣшительно прекратило на своемъ заводѣ производство портландскаго цемента съ добавкою романскаго, хотя эта добавка, какъ и признано долголѣтнею практикою, не только не вредила доброкачественности цемента, а напротивъ того улучшала его, дѣлая его болѣе пластичнымъ; добавка романскаго цемента прекращена, какъ противорѣчащая новой номенклатурѣ.

Объ изложенномъ Правленіе Товарищества почтительнѣйше доводитъ до свѣдѣнія, Вашего Превосходительства, въ виду текущихъ работъ подвѣдомственной Вамъ комиссіи.

Товарищество Рижскаго Цементнаго завода и Маслобойни

К. Х. Шмидта.

Директоры Правленія: К. К. Банза.

Г. Рюхардтъ.

Москва 23 Января 1890 г.

Заявленіе постановлено принять къ свѣдѣнію.

Г. Предсѣдатель предложилъ И. В. Жирухину прочитать его рапортъ по вопросу о способахъ пріобрѣтенія цемента для портовыхъ работъ при условіи установленія правительственнаго контроля на заводахъ за изготовленіемъ его.

И. В. Жирухинъ читаетъ свой рапортъ, въ коемъ приходитъ къ заключенію, что въ видахъ устраненія возможныхъ недоразумѣній, цементъ долженъ пріобрѣтаться не казною, а подрядчикомъ отъ тѣхъ цементныхъ заводовъ, на коихъ будетъ установленъ правительственный контроль.

(Рапортъ напечатанъ въ приложенияхъ).

*А. Р. Шуляченко.* Я полагаю, что правительственный Инспекторъ тогда именно будетъ находиться на заводѣ, когда правительство будетъ само покупать цементъ; иначе все, сказанное нами, не имѣетъ никакого значенія.

*Ө. Г. Зброжекъ.* У насъ въ подкоммисіи былъ между прочимъ, возбужденъ вопросъ, относительно отнѣра цемента при отпускѣ на работы, и я думаю, что можно установить совершенно точный приѣмъ, не допускающій ни какихъ недоразумѣній; тогда въ центральномъ управленіи будетъ исчислено по предварительной смѣтѣ, что на такую-то работу нужно, положимъ, 10 т. пуд. цемента, и будетъ определено, сколько пудовъ цемента должно идти на кубическую сажень кладки, соотвѣтственно этому и будетъ производиться отпускъ цемента на работахъ.

*А. Л. Бертье-де-ла-Гарди.* Если иностранные цементы не желаютъ исключать вовсе, то можно поставить контрагенту въ условіе, что русскій цементъ онъ будутъ получать уже испробованнымъ, слѣд. не несетъ за него никакой отвѣтственности; если же пожелаетъ выписать цементъ иностранный, то несетъ самъ весь рискъ и слѣд. при испытаніи этого цемента на работахъ, можетъ пострадать.

*Н. А. Биллюбскій.* Надо прибавить, что тогда и всѣ расходы по испытаніямъ несетъ подрядчикъ, потому что съ цементомъ, испытаннымъ на заводѣ, предполагается дѣлать на работахъ только нѣкоторыя, весьма ограниченныя, повѣрочныя испытанія; для приѣмки же цементовъ не испытанныхъ, потребуется полное испытаніе, расходъ по которымъ долженъ нести самъ подрядчикъ.

*А. Р. Шуляченко* (къ г. Жпрухину). Значитъ цементы, уже испытанные на заводѣ, не будутъ по Вашему, Иванъ Васильевичъ, мнѣнію, болѣе испытываться на работахъ?

*И. В. Жирухинъ.* Могутъ, но это будетъ уже, такъ сказать, изъ любознательности, это не будутъ обязательно. Вѣдь есть огромная разница между изслѣдованіемъ цемента въ томъ смыслѣ, нѣтъ ли какихъ мѣстныхъ вліяній на растворъ и обязательнымъ испытаніемъ качества цемента; вѣдь цементъ самъ по себѣ можетъ быть прекрасный, а песокъ плохаго качества, и растворъ выходитъ никуда негодный. Я предлагалъ бы, такъ и сказать, испытаніе мѣстныхъ условій, а не качества цемента.

*Г. Предсѣдатель.* Какъ это дѣлается во Франціи?

*В. Е. Тимоновъ.* Во Франціи при всякой работѣ имѣется лабораторія, въ которой дѣлаются всѣ испытанія какъ на заводѣ, и даже полнѣе, потому что на заводѣ нѣтъ морской воды, которая есть въ портѣ на работахъ. Тамъ правительство само заключаетъ контрактъ съ заводомъ, и послѣдній поставляетъ на работы цементъ, который считается собственностью завода до тѣхъ поръ, пока его не возьмутъ изъ склада въ работу.

*Ө. Г. Зброжекъ.* Мнѣ кажется, что заготовка цемента должна обязательно производиться казной, иначе, если подрядчику будетъ только указанъ извѣстный заводъ, въ которомъ онъ можетъ брать цементъ *если пожелаетъ*, то всѣ стремленія наши установить контроль цемента на заводѣ, обратятся въ мертвую букву, потому что подрядчикъ, соображаясь съ своими личными выгодами, можетъ приобрѣтать не контролируемый на заводѣ иностранный цементъ за болѣе низкую цѣну. По моему только на заводѣ можно убѣдиться въ доброкачественности цемента и никакія испытанія, ни въ лабораторіи, ни на мѣстѣ работъ, не выяснятъ вполне качества продукта. Поэтому казна должна заказывать цементъ сама на извѣстномъ заводѣ; установить на этомъ заводѣ надзоръ за качествомъ цемента и посылать его для работъ отъ себя. При этомъ, я убѣжденъ, никакихъ недоразумѣній между подрядчикомъ и казной, вслѣдствіе несвоевременности поставки, быть не можетъ, такъ какъ казна всегда имѣетъ средства обезпечить себя съ этой стороны, возложивъ на заводъ всѣ убытки въ случаѣ остановки работъ изъ за недостачи цемента. Я думаю даже, что если отвѣтственность за задержку цемента будетъ падать и на контролера при заводѣ, то и онъ съ своей стороны будетъ заботиться, чтобы не быть причиной замедленій въ поставкѣ.

Затѣмъ вопросъ относительно расчета съ подрядчикомъ и относительно выдачи ему цемента, разрѣшается очень просто. Цементъ представляется не единственнымъ матеріаломъ который даетъ казна подрядчику; во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, когда казна даетъ отъ себя подрядчику матеріалы, смѣта составляется такимъ образомъ, что въ исчисленіе единицъ работъ не входитъ стоимость матеріала, который казна даетъ готовымъ и затѣмъ матеріалъ отнускается въ размѣрѣ, необходимомъ для производства работы по техническимъ условіямъ. Если по этимъ условіямъ будетъ назначено, что для такой то еди-



ницы кладки или бетонныхъ массивовъ должно употребляться такое-то количество цемента, то подрядчикъ и получаетъ это количество на руки и затѣмъ уже отвѣчаетъ за его сохранность; это должно быть оговорено въ контрактѣ и для этого подрядчикъ долженъ имѣть на работахъ свой небольшой складъ, куда ему доставляется матеріаль изъ казеннаго склада, такъ что въ этомъ смыслѣ отношеніе между казною и подрядчикомъ совершенно оформлены, и никакихъ недоразумѣній быть не можетъ.

Затѣмъ, если относительно исчисленія количества цемента, потребнаго для работъ, собственно по техническимъ условіямъ и можетъ быть недоразумѣніе чисто техническое, то оно можетъ быть устранено слѣдующимъ образомъ: Урочное положеніе не даетъ точныхъ нормъ для опредѣленія количества цемента, потребнаго на кубическую единицу кладки; оно назначаетъ извѣстныя количества цемента въ пудахъ на 1 кубическую сажень раствора при разныхъ объемныхъ пропорціяхъ цемента и песку въ предположеніи, что цементный порошокъ имѣетъ вѣсъ 2 пуд. въ 1 куб. фут., и затѣмъ назначаетъ примѣрный объемъ раствора на 1 куб. саж. кладки; но исчисленія основанныя на урочномъ положеніи обыкновенно не сходятся съ практикой. Я полагаю, что прежде всего нужно установить вѣрный пріемъ отмѣра цемента на 1 куб. с. раствора и пріемъ этотъ очень простъ. Каждая бочка цемента, выпускаемая заводомъ, содержитъ въ себѣ опредѣленное количество цемента по вѣсу (отъ 10 до 10½ пуд.) и по объему (около 3½ куб. фут. въ уплотненіи до вѣса около 3½ пудовъ въ 1 куб. футѣ). Такъ какъ плотность цемента, высыпаемаго въ ящикъ для смѣшенія съ пескомъ должна по Уроч. Пол. соответствовать вѣсу 2 пуда въ 1 куб. ф., то, очевидно, принимая вѣсъ цемента въ бочкѣ равнымъ напр. 10 пудамъ., слѣдуетъ считать объемъ одной бочки цемента, высыпанной въ ящикъ для смѣшенія съ пескомъ, равнымъ  $10/2 = 5$  куб. футамъ. Поэтому, смѣшивая ½ бочки или 2½ куб. фут. цемента съ пескомъ въ пропорціи 1:2 нужно на ½ бочки цемента 5 куб. ф. песку; для смѣси 1:3 на ½ бочки цемента нужно 7½ куб. ф. песку и т. д. Установивъ, такимъ образомъ, отмѣръ цемента—въ бочкахъ или полубочкахъ и песку—въ ящикахъ въ 5 или въ 2½ куб. ф., можно затѣмъ опредѣлить путемъ опыта въ присутствіи подрядчика количество раствора, получаемого изъ

смѣси цемента и *даннаго* песку въ разныхъ пропорціяхъ и количество раствора, потребнаго на куб. с. кладки изъ даннаго матеріала и отсюда исчислить тѣ количества цемента въ бочкахъ или пудахъ, которые потребны на 1 куб. с. кладки соотвѣтственно техническимъ условіямъ. На основаніи этого исчисленія цементъ долженъ быть отпускаемъ подрядчику и никакія пререканія о недостаткѣ или избыткѣ цемента возникнуть не могутъ—весь остатокъ, который получится противъ смѣтнаго расчета, останется на складѣ казны въ ея пользу.

*Д. Д. Гнусинъ.* Я не могу согласиться съ тѣмъ, что отвѣтственность инспектора можетъ сколько нибудь гарантировать своевременность поставки, потому что въ сущности отвѣтственность эта, если ее перевести на деньги, сравнительно съ миллионной стоимостью производимой работы, сводится къ нулю; затѣмъ, вообще, казенная поставка есть вмѣшательство въ хозяйственныя распоряженія контрагента. Чтобы пояснить это, я приведу примѣръ Мариупольскаго порта. Контрактъ на его постройку былъ заключенъ 9-ти лѣтній, а исполненъ былъ въ 5 лѣтъ; предположите теперь, что казна контрактовала цементные заводы на 9 лѣтнюю поставку; могло-ли-бы тогда явиться это ускореніе въ работѣ? Разъ казна потребовала бы ускоренія поставки, заводы заломили бы двойную цѣну.

*Г. Предсѣдатель.* Точно какъ будто у насъ одинъ заводъ! Въ случаѣ, подобномъ Мариупольскому, казна можетъ всегда обратиться къ другому заводу. Во всякомъ случаѣ, я просилъ бы вернуться къ главному нашему вопросу—нужно ли повторительный контроль на работахъ, если будетъ установлено испытаніе на заводахъ? Мнѣ кажется, что въ нѣкоторой мѣрѣ надо допустить повѣрку на мѣстѣ именно въ зависимости отъ того матеріала, который смѣшивается въ цементомъ.

*Д. Д. Гнусинъ.* По моему, если заводскій инспекторъ будетъ знать, что на работахъ производится повѣрочный контроль, то онъ будетъ внимательнѣе къ своимъ обязанностямъ.

*Ө. Г. Зброжекъ.* Мое мнѣніе таково, что только слѣдя за производствомъ на самомъ заводѣ, можно быть увѣреннымъ, что мы имѣемъ вполнѣ доброкачественный продуктъ, потому что при испытаніяхъ на мѣстѣ работъ, все-таки выемка пробъ является случайностью и

можетъ быть такая случайная сортировка бочекъ, что всѣ пробы дадутъ прекрасные результаты, а цементъ будетъ все-таки не хорошъ.

*А. Л. Бертъе-де-ла-Гарди.* Я вполне согласенъ, что испытаніе на заводѣ гораздо основательнѣе испытанія на работахъ: тамъ мы можемъ взять 2—3—4 пробы, а на заводахъ—20—30—40; да и людей знающихъ приемы испытанія на заводахъ легче имѣть, чѣмъ на работахъ, а производство испытаній требуетъ большаго навыка и опытности, такъ что я высказываюсь за необходимость испытаній на заводахъ. Но затѣмъ является вопросъ о заготовкѣ цемента: здѣсь было высказано, что заготавливать цементъ должна сама казна и отдавать его контрагенту на мѣстѣ работъ. Я думаю, что если казна приметъ на себя такую заботу, то это будетъ такая обуза, съ которой она никогда не раздѣлается: теперь контрагентъ заботится обо всемъ, а тогда казнѣ придется самой строить склады для хранения цемента; для этого придется приглашать новыхъ подрядчиковъ, заключать новые контракты и т. д. Казна заключила договоръ съ заводомъ на 9 лѣтъ, и заводъ обязался выполнять въ годъ  $\frac{1}{9}$  часть всей поставки, а контрагентъ могъ бы ускорить работу; конечно, заводовъ много, но у казны написанъ уже контрактъ; конечно контрагентъ можетъ завести переписку съ департаментомъ, но сколько уйдетъ на это времени; между тѣмъ, если онъ распоряжается самъ и въ началѣ года у него, положимъ, работа идетъ тихо, а потомъ вдругъ пошла быстро, то онъ разошлетъ телеграммы во всѣ концы на заводы и тотчасъ же получить цементъ. А съ казной это нельзя.

По моему, разъ проба на заводѣ произведена и инспекторъ выпустилъ партію по накладной за №, эта партія должна поступать прямо къ контрагенту и никакихъ затрудненій въ этомъ не представится. Контрагентъ, при заключеніи условія съ казной заявляетъ, съ какого завода онъ желаетъ брать цементъ, казна посылаетъ туда своего инспектора, конечно, за счетъ контрагента.

Что же касается до пробы на работахъ, то по моему нѣтъ ни надобности, ни возможности подвергать цементъ вторичнымъ испытаніямъ. Вообще здѣсь смѣшаны понятія объ испытаніяхъ двухъ родовъ: всякій изъ насъ, производящихъ работы, занимается испытаніями, смотря по времени и желанію; но это не тѣ испытанія, которыя производятся для убѣжденія въ томъ, хорошъ ли цементъ.—

это моя добрая воля; иное дѣло проба контрактная, которая должна служить убѣжденіемъ, надлежащій ли поставленъ матеріалъ или нѣтъ, и такая проба становится излишней послѣ того, какъ инспекторъ одобрилъ цементъ. Единственное, что послѣ этой пробы можетъ случиться съ цементомъ, это то, что онъ можетъ быть подмоченъ, но это видно съ перваго взгляда и такой цементъ не можетъ быть употребленъ въ работу. Я попрошу Васъ вспомнить время, лѣтъ 5 тому назадъ, когда никакихъ испытаній на мѣстѣ мы тогда не производили, а работы производили громадныя, отвѣтственныя, какъ и теперь и ничего съ этими работами не случалось, а чѣмъ, спрашивается, мы были тогда гарантированы? Во первыхъ — нѣкоторымъ практическимъ опытомъ, на основаніи котораго каменщикъ, проработавшій  $\frac{1}{2}$  дня, уже говорить, что цементъ хорошъ, или что нѣтъ — по хуже того, что былъ. Затѣмъ мы гарантируемся репутаціей завода, потому что, конечно, если я употреблю дурной цементъ, виноватъ буду я, но и заводчикъ понимаетъ, что и онъ не будетъ въ барышахъ; слѣдовательно, если мы и тогда были до нѣкоторой степени гарантированы, то теперь, когда не только заводчикъ заинтересованъ въ хорошей поставкѣ, но тамъ есть еще и правительственный инспекторъ, который слѣдитъ за тѣмъ же, то и подавно. Если же мы не уничтожимъ испытаній на мѣстѣ работъ, которыя уничтожить желаемъ изъ за того, что не всегда имѣемъ на мѣстѣ достаточно опытныхъ людей, то придемъ къ тому, что станемъ повѣрять испытанія, произведенныя людьми знающими, испытаніями людей неопытныхъ и можетъ легко случиться, что хорошій цементъ покажется намъ на работахъ негоднымъ.

Одно изъ двухъ: или надо вовсе отказаться отъ испытаній на работахъ, т. е. думать, что качество цемента достаточно гарантировано заводчикомъ и инспекторомъ, или, надо производить испытаніе только на работахъ, и тогда уже не надо вовсе производить испытаній на заводахъ; совмѣстить же то и другое — невозможно.

*Н. А. Блелюбскій.* Я хотѣлъ привести примѣръ приѣмки цемента для работъ въ Сурамскомъ тоннелѣ: тамъ цементъ поставляется по заказу начальника работъ Новороссійскимъ заводомъ, и всѣ пробы ведутся уполномоченными начальника на самомъ заводѣ, такъ что эти испытанія прямо сливаются съ испытаніями самаго завода, который каждый день контролируетъ свои партіи въ присутствіи упол-

помоченнаго отъ инженера Рыдзевскаго, затѣмъ партія отправляется на Сурамъ въ магазинъ начальника работъ и тамъ уже за извѣстную цѣну сдается подрядчику.

*А. Р. Шуляченко.* Я убѣжденъ, что казна будетъ болѣе обезпечена, если цементъ будетъ испытываться на самомъ заводѣ, и не зачѣмъ будетъ дѣлать повторительныхъ пробъ на работахъ, потому что испытанія на работахъ могутъ разойтись въ какихъ нибудь маловажныхъ деталяхъ съ заводскими, явится рядъ пререканій и сомнѣній. Слѣдовательно, по моему, заводскія испытанія совершенно исключаютъ испытанія на работахъ; но необходимо прибавить оговорку относительно заграничныхъ цементовъ, потому что теперь они оказываются поставленными въ болѣе легкія условія—они не имѣютъ надъ собою никакого контроля и стоятъ дешевле русскихъ цементовъ. Я не настаиваю на этомъ, но думаю, что было-бы справедливо ввести на работахъ употребленіе цементовъ исключительно русскихъ.

*Г. Предсѣдатель.* Очевидно мнѣнія раздѣляются: одни склоняются къ тому, чтобы установить контроль на заводѣ и тогда уже уничтожить его на работахъ, другіе, на оборотъ, желаютъ произвести его на мѣстѣ работъ и тогда уже, очевидно, нѣтъ надобности въ заводскомъ контролѣ.

Мнѣ кажется, что примѣръ, цитированный Николаемъ Аполлоновичемъ, относительно командированія на заводъ уполномоченнаго отъ начальника работъ, который присутствовалъ бы при заводскихъ опытахъ, прекрасно соединяетъ обѣ стороны. Во всякомъ случаѣ, намъ не предоставлено здѣсь рѣшать вопросовъ окончательно; слѣдовательно, отъ правительства зависитъ признать полезнымъ учрежденіе инспекціи на заводахъ.

Теперь я предложилъ бы перейти къ разсмотрѣнію правилъ пріемки цементовъ, не вдаваясь въ вопросы о томъ, будетъ ли это поставка казенная или отъ подрядчика.

Ө. Г. Зброжекъ читаетъ 1-й пунктъ условій пріемки и испытаній цементовъ, выработанныхъ подкоммиссіею.

*Г. Предсѣдатель.* Намъ надо рѣшить вопросъ относительно магnezіи: здѣсь сказано 3%, а Николай Аполлоновичъ представилъ документы, на основаніи которыхъ желаетъ допустить не менѣе 5% магnezіи.

*А. Р. Шуляченко.* Позвольте мнѣ прочитатъ выписку анализовъ лучшихъ цементовъ (читаетъ).

Изъ Handbuch der Chemischen Technologie v. R. Wagner  
13 stark vermehrte Auflage 1889 г. стр. 804.

Заводы.	Составъ.									
	Известь.	Кремнеземъ.	Глиноземъ.	Окись же- лѣза.	Магнезія.	Ка ли.	Натръ.	Гипсъ.	Сѣрная кислота.	Песку и глины.
Hein въ Люнебургѣ . . .	62.02	22.58	6.52	2.82	1.13	0.57	1.70	—	—	—
White, Brothers. . . . .	59.06	24.07	6.92	3.41	0.82	0.73	0.87	2.85	—	1.47
Штетинскій. . . . .	62.81	23.22	5.27	2.00	1.14	—	1.27	1.30	—	2.54
Вильдовскій . . . . .	60.33	25.98	7.04	2.46	0.23	0.94	0.30	1.52	—	1.04
Стернъ. . . . .	61.64	23.00	6.17	2.13	—	—	—	2.53	—	1.28
Штетинскій . . . . .	61.74	20.63	6.17	0.45	2.24	0.60	0.40	1.64	—	1.13
Англійскій . . . . .	55.06	22.92	8.00	5.46	0.77	1.18	1.70	1.75	—	2.27
Боннскій . . . . .	57.83	23.81	9.38	5.22	1.35	0.59	0.71	1.11	—	—
Perlmoos Kraft . . . . .	55.28	22.86	9.03	6.14	1.64	0.77	—	3.20	—	1.08
Новороссійскій . . . . .	63.73	22.41	7.07		1.30	2.10		—	—	1.48
	66.61	21.11	6.03		1.41	1.86		—	—	2.20
Глухоозерскій. . . . .	64.00	22.07	10.00	—	1.04	1.60	—	1.53	—	—

Изъ таблицы видно, что ни въ одномъ изъ этихъ цементовъ нѣтъ болѣе  $2\frac{1}{4}\%$ , слѣдовательно присутствіе магнезіи не составляетъ существенной необходимости для качества цемента, а напротивъ, нѣкоторые поднимаютъ вопросъ о вредномъ значеніи ея. Къ чему же намъ увеличивать содержаніе магнезіи? Мы и такъ уже, допустивъ 3%, сдѣлали отступленіе.

Затѣмъ я хотѣлъ сказать относительно магнезіальной глины: чтобы въ цементъ попало изъ нея 5% магнезіи, надо чтобы сама глина содержала въ себѣ 15% магнезіи, а такой глины ни одинъ заводъ не употребляетъ, такъ что при 3% заводы никакого ущерба

не понесутъ, а покупатель будетъ огражденъ отъ примѣси романскаго цемента. Романскій цементъ часто содержитъ 15—20% магнезіи, слѣдовательно, если я на 80 пуд. портландскаго цемента прибавлю 20 пуд. романскаго, то это составитъ 4 пуда магнезіи на 100 пуд. цемента, и мы видимъ, что при 4% магнезіи оказывается добавленными 20% романскаго цемента. Понятно, что заводчику выгодно подмѣшать 20% цемента, стоящаго 5—6 к. пудъ, къ портландскому стоящему 40 к. пудъ.

*Н. А. Бьеллюбскій.* Я хотѣлъ сказать, Алексѣй Романовичъ, что я, конечно, отлично зналъ составъ хорошихъ цементовъ, перечисленныхъ и въ таблицѣ Лабораторной книги, слѣдовательно зналъ, что въ составъ ихъ входитъ не болѣе 2% магнезіи, но все таки повторяю, что цифру 3 считаю не достаточно мотивированной, такъ какъ ссылка на таблицы существующихъ цементовъ не есть научное рѣшеніе вопроса.

Присутствуя на всѣхъ совѣщаніяхъ въ теченіи всего періода развитія у насъ цементнаго вопроса, я и Алексѣй Романовичъ можемъ припомнить весь ходъ дѣла; мы всегда ставили въ основаніе нашихъ цѣлей два принципа: прежде всего стоять на интересахъ строительнаго дѣла, когда же убѣждались, что извѣстныя обстоятельства не противорѣчатъ требованіямъ строительной техники, ставили на очередь интересы заводовъ, и мы были постоянно въ числѣ тѣхъ лицъ, которыя считали своей обязанностью содѣйствовать развитію русскаго цементнаго производства, но только не въ ущербъ строительному дѣлу; эту же программу я провожу теперь и, убѣдившись, что 3% магнезіи-цифра не доказанная, я занялся этимъ вопросомъ и рѣшилъ, путемъ собранія различныхъ свѣдѣній отъ лицъ, занимающихся цементнымъ дѣломъ, прослѣдить мотивы этой цифры. Оказалось, что содержаніе 4—5% можетъ быть допущено свободно безъ вреда сооруженію.

У насъ являлось 2 вопроса: сѣрная кислота и магнезія. Я зналъ, что ни научной постановкѣ вопроса, ни строительному дѣлу не вредить, когда оказалось, что сѣрной кислоты возможно предѣльно допустить 2%, а магнезіи 4 или 5%, я настаиваю на этомъ въ виду того, что прослѣдивъ составъ цементовъ русскихъ заводовъ, оказывается, что нѣкоторые изъ заводовъ даютъ цементъ съ содержаніемъ сѣрной кислоты болѣе 1,50% (Глухоозерскій заводъ—1,53%; слѣдовательно, если мы поставимъ сѣрной кислоты 1½%, то инспекторъ забракуетъ

этотъ цементъ; между тѣмъ мы видимъ, что 2% не вредятъ дѣлу. Почему же не согласиться на нихъ, чтобы изъ за пустяковъ не вредить заводу?

Точно также относительно магнезіи. Помѣщенный въ Лабораторной книгѣ анализъ цемента Шмидта, дающій 1% магнезіи, безусловно ошибоченъ, потому что въ 1885 г. у Шмидта не могло быть 1%, такъ какъ магнезіальная глина не могла дать 1% магнезіи; по анализу химика завода въ 1868 г. цементъ Шмидта далъ 3,68; затѣмъ по послѣднему анализу смѣшанныхъ цементовъ получилось 8%. Когда я узналъ, что они перешли на приготовленіе не смѣшаннаго порландъ-цемента, то мы затребовали этотъ цементъ. Анализъ этого цемента далъ 4½% магнезіи.

Я не становлюсь на защиту завода Шмидта и думаю, что мое 13-ти лѣтнее завѣдываніе Лабораторіей не даетъ никому права сказать, чтобы я защищалъ тотъ или другой заводъ. Но разъ я убѣдился, что строительное дѣло ни чуть не пострадаетъ отъ допущеній 4½%, то я сейчасъ же сталъ на почву, на которой мы всегда стояли съ Алексѣемъ Романовичемъ. Я предлагаю даже запретить, положимъ черезъ 2 года, содержаніе магнезіи въ 4%, пусть къ тому времени разыщутъ, гдѣ хотятъ, подходящую глину, но немедленно это совершенно не возможно.

*Г. Предсѣдатель.* Сколько же процентовъ магнезіи, собственно, имѣетъ цементъ Шмидта?

*Н. А. Блелюбскій.* 4,12%.

*А. Р. Шуляченко.* Что собственно побуждало меня поднять вопросъ о магнезіи — такъ это единственно желаніе предотвратить смѣшиваніе цементовъ; но это только и возможно при установленіи извѣстнаго минимума для содержанія магнезіи; съ научной же точки зрѣнія я совершенно согласенъ съ Николаемъ Аполлоновичемъ, что можно допустить безопасно 5%. Но разъ уже говорить объ интересахъ заводчиковъ, то справедливо имѣть въ виду интересъ всѣхъ русскихъ цементныхъ заводчиковъ, а не одного какого-либо. Вѣдь заводчикъ, продающій *мѣшанный* цементъ подъ именемъ порландъ-цемента, наноситъ прямой ущербъ *всѣмъ* остальнымъ русскимъ заводчикамъ, продающимъ чистый, не мѣшанный порландъ-цементъ. Примѣшивая къ цѣнному порландъ-цементу дешевый романъ-цементъ, заводчикъ тѣмъ самымъ, вѣдь, получаетъ возможность про-



дать свой мѣшанный цементъ дешевле настоящаго портландъ-цемента и, такимъ образомъ, устранить съ рынка послѣдній! Если-же мѣшанный цементъ продается не только подъ именемъ портландъ-цемента, но при томъ еще и не дешевле его, то это уже составляетъ ущербъ потребителю, чего поощрять уже, конечно не слѣдуетъ.

*С. Ѳ. Глинка.* Сколько мнѣ извѣстно, глина съ большимъ количествомъ магнезіи встрѣчается рѣдко; и если рѣчь идетъ о приготовленіи хорошаго продукта, то едва ли можно гнаться за дешевизной и только потому брать матеріалъ, что онъ находится подъ руками. Сколько мнѣ извѣстно, магнезіальный вопросъ возникъ не безъ основанія, а потому и не желательно имѣть слишкомъ большой % магнезіи; зачѣмъ же его допускать, если онъ съ одной стороны не желателенъ, а съ другой не избѣженъ.

*Ѳ. Г. Зброжекъ.* Замѣчаніе Николая Аполлоновича о томъ, что 3%—цифра, недостаточно мотивированная, нѣсколько не вѣрно: практика имѣетъ дѣло съ извѣстной группой цементовъ, ей удовлетворяющихъ, и эта практика даетъ право сказать, что портландскій цементъ долженъ заключать въ себѣ того-то не болѣе той нормы, которую заключаютъ въ себѣ, однородные съ нимъ, хорошіе продукты. Мы видимъ, что русскіе цементы всѣхъ заводовъ содержатъ менѣе 3% магнезіи, англійскіе—тоже, и по моему это можетъ служить достаточнымъ мотивомъ, чтобы сказать, что портландскій цементъ не долженъ содержать болѣе 3% магнезіи, потому что цементы съ 4—5% нами не испробованы.

*Н. А. Блелюбскій.* Напротивъ, примѣры нашихъ сооружений показываютъ, что 4,5% магнезіи отнюдь не вредны, и намъ не признавать этого теперь, значить, допустить сомнѣніе въ прочности нашихъ сооружений.

*А. Р. Шуляченко.* Я совершенно согласенъ допустить 5% если только мы можемъ быть увѣрены, что эти 5% являются не слѣдствіемъ фальсификаціи цементовъ.

*Н. А. Блелюбскій.* На какую оговорку я вполне согласенъ.

*Ѳ. Г. Зброжекъ.* У Васъ, Алексѣй Романовичъ, есть задняя мысль. Вы полагаете, что безъ подмѣси романскаго цемента нельзя получить 5% магнезіи.

*А. Р. Шуляченко.* Именно!

*Г. Предсѣдатель.* Слѣдовательно, мы склоняемся къ тому, что

слѣдуетъ остановиться на 3%, но затѣмъ, если существуетъ надзоръ предупреждающій фальсификацію, то можно допустить и 5%.

*Ө. Г. Зброжекъ.* Если будетъ установленъ надзоръ не допускающій фальсификаціи портландскаго цемента, то, кажется, нельзя и ожидать въ немъ 5% магнезіи.

*Н. А. Бьлелюбскій.* У меня есть анализъ глинь, который даетъ 4,12%.

*Г. Предсѣдатель.* Прошу высказаться, кто за 3%, кто за 5%.

*Д. Д. Гнусинъ.* За 5%, если не будетъ фальсификаціи.

*Ө. Г. Зброжекъ.* За 3%.

*А. Л. Бетье-де-ла-Гарди.* За 5%, потому что, если это не вредно, то зачѣмъ и поднимать норму. Этимъ путемъ мы дойдемъ до такихъ предѣловъ, которые никому не нужны, а цѣну цемента этимъ поднимемъ.

*С. И. Руденко.* 5%, если не будетъ фальсификаціи.

*С. Ө. Глинка.* 3%.

*А. Р. Шуляченко.* 5%.

*А. Г. Ньюбергъ.* Если будетъ оговорено относительно фальсификаціи, то за 5%.

*М. А. Ляхницкій.* За 3%.

*В. Е. Тимоновъ.* За 3%.

*Н. К. Лахтинъ.* За 5%, если будетъ оговорено относительно фальсификаціи.

*И. В. Жирухинъ.* За 3%.

*С. Ө. Глинка.* Но что мы будемъ дѣлать съ иностранными цементами, гдѣ нѣтъ контроля? Тамъ будутъ непремѣнно примѣшивать романовскій цементъ.

*Н. А. Бьлелюбскій.* Въ виду выраженнаго недовѣрія къ инспекторамъ заводовъ, полагаю безразлично и иностранные и русскіе заводы, пользующіеся для полученія портландъ-цементовъ сырыми продуктами почти не содержащими магнезіи, если захотятъ, будутъ примѣшивать романскій цементъ на всѣ 3%.

*Г. Предсѣдатель.* Я за 3% и, въ виду того, что голоса раздѣлились по ровну, при чемъ высказавшіеся за 5% допускаютъ эту пропорцію съ оговоркою, по моему слѣдуетъ остановиться на 3%.

За симъ были прочитаны остальные пункты техническихъ условій поставки портландскихъ цементовъ, инструкція для надзора на заводѣ за изготовленіемъ портландскаго цемента и инструкція для испытаній

портландскихъ цементовъ, при чемъ сопротивленіе разрыву не повышено до французскихъ нормъ, признанныхъ слишкомъ высокими.

Прочитанное было немедленно исправлено согласно замѣчаніямъ, высказаннымъ гг. членами комиссіи.

Къ настоящему третьему протоколу комиссіи, относятся слѣдующія приложения:

№ 10. Рапортъ инженера И. В. Жирухина о способѣ поставки цемента на работы.



## Протоколъ № 4.

Засѣданія Коммисіи по вопросу о заготовкѣ, приѣмкѣ  
и испытаніяхъ портландъ-цементовъ для портовыхъ  
работъ.

*Марта 26 дня 1890 г.*

Предсѣдательствовалъ: *М. Н. Герсевичевъ.*

Присутствовали: *А. Р. Шуляченко.  
Н. А. Блеллюбскій.  
А. Г. Нюбергъ.  
Ө. Г. Зброжекъ.  
А. А. Брандтъ.  
Д. Д. Гнусинъ.  
И. В. Жирухинъ.  
И. И. Боернеръ.  
Д. Ө. Жиринцовъ.  
М. А. Ляхницкій.  
С. Ө. Глинка.  
В. Е. Тимоновъ.*

Обязанности секретаря исполнялъ *Н. К. Лахтинъ.*

Открывъ засѣданіе комиссіи, г. Предсѣдатель предложилъ сдѣлать нѣкоторыя поправки въ „Техническихъ условіяхъ для приѣмки цемента для портовыхъ работъ“.

Упомянутыя поправки послѣ обсужденія были немедленно внесены въ текстъ условій. Послѣ сего г. Предсѣдатель предложилъ прежде чѣмъ перейти къ разсмотрѣнію правилъ поставки цемента на работы заняться обсужденіемъ, затронутого въ концѣ прошедшаго засѣданія, вопроса о содержаніи магnezіи въ цементѣ и прочиталъ тѣ записки, которыя были подготовлены гг. членами къ этому засѣданію и высказать свои мнѣнія о предѣльномъ содержаніи магnezіи въ портландъ-цементѣ. *Проф. Н. А. Блелюбскій* прочиталъ свою записку нижеслѣдующаго содержанія.

„Въ двухъ предъидущихъ засѣданіяхъ Комиссіи я имѣлъ честь изложить соображенія, какими слѣдовало бы, по моему мнѣнію руководствоваться при назначеніи предѣльнаго содержанія въ портландъ-цементѣ сѣрной кислоты ( $SO_3$ ) и магnezіи ( $MgO$ ). Я пояснилъ нить моихъ разсужденій и полагаю, что ее слѣдуетъ признать въ данномъ случаѣ наиболее правильною.

До сихъ поръ нигдѣ въ техническихъ условіяхъ для цемента не ставилось какого-либо предѣла *относительно магnezіи*, но только за послѣднее время констатировано было, что всѣ разрушенія, обнаружившіяся во Франціи, а затѣмъ и въ Германіи, имѣли мѣсто для цемента съ *чрезвычайно высокимъ содержаніемъ  $MgO$  (отъ 25 до 35%)*, что и вызвало усиленное изученіе вопроса о предѣльномъ содержаніи магnezіи.

Такъ какъ всетаки предѣлъ безвреднаго максимальнаго содержанія  $MgO$  *нигдѣ не установленъ*, то при возбужденіи вопроса о введеніи въ наши техническія условія предѣльнаго количества  $MgO$ , а также сѣрной кислоты, обусловленной пока *только кондиціями для французскихъ портовъ*, я полагалъ что ранѣе принятія какого либо рѣшенія по этимъ вопросамъ, необходимо предварительно *установить* предѣлъ безопаснаго содержанія обоихъ элементовъ по существу на основаніи, какъ имѣющихся результатовъ лабораторныхъ изслѣдованій и данныхъ практики, такъ и мнѣнія лицъ компетентныхъ въ этомъ спеціальному вопросу, и затѣмъ, руководствуясь *только этими указаніями*, ввести въ техническія условія такіе предѣлы для  $MgO$  и  $SO_3$ , которые въ тоже время не вредятъ интересамъ установившагося

русского цементного производства. Позволю себѣ напомнить, что, какъ среди членовъ Коммисіи, такъ и въ собранныхъ мною мнѣніяхъ отъ другихъ лицъ, нѣтъ разногласія въ томъ что для *портовыхъ работъ* не требуется дѣлать какого либо различія *въ техническихъ условіяхъ для всякаго рода другихъ работъ*.

Не входя вновь въ подробности, повторю, что по собраннымъ мною даннымъ, безопасный предѣлъ сѣрной кислоты можно считать 2%; въ интересахъ же русскаго цементнаго производства оказалось необходимо во избѣжаніи браковки цемента нѣкоторыхъ русскихъ заводовъ, пріобрѣвшихъ репутацію, первоначально предложенный въ Коммисіи предѣлъ 1% *повыситъ до 2%*, не смотря на то, что по французскимъ кондиціямъ для портовыхъ работъ сѣрной кислоты болѣе *одного процента не допускается*. Поправку эту Коммисія, по моему предложенію, приняла.

Относительно *магнезій* точно также, основываясь на опытахъ Диккергофа, Эрменгера и др., пользуясь мнѣніями Дельбрюка, Дюранъ Кле и др., а также части представителей русскихъ заводовъ, и наконецъ принимая во вниманіе, что всѣ извѣстные случаи разрушенія построекъ только произошли отъ цемента съ несравненно болѣе богатымъ содержаніемъ MgO, я не могъ не придти къ заключенію, что допущеніе MgO принципиально *отъ 4½% до 5%*—ниже того предѣла, при которомъ обнаруживается *малѣйшее* непостоянство объема (\*) Просмотръ таблицы химическаго состава русскихъ портландъ-цементовъ, (\*\*) дополненной оффиціальнымъ анализомъ портландъ-цемента Рижскаго завода (*новаго производства — безъ добавленія романъ-цемента*), показало, что совершенно помимо присутствія MgO въ цементѣ отъ добавленія послѣ обжига слабо обожженнаго мергеля (романъ-цемента), содержаніе магнезій въ цементѣ Рижскаго завода, старѣйшемъ въ семьѣ русскихъ цементовъ, доходитъ до 4½% попадающихъ въ готовый цементъ прямо изъ глины, идущей на приготовленіе портландъ-цемента (т. е. магнезій сильно обожженной).

---

\*) Замѣчу при этомъ, что, благодаря чувствительному прибору проф. Баушигера, оказывается, что и всѣ безупречные цементы обладаютъ способностью расширяться въ извѣстныхъ предѣлахъ, не обнаруживая никакого непостоянства объема, и слѣд. нѣкоторое, крайне малое, останавливающееся увеличеніе объема еще не указываетъ на непостоянство объема.

\*\*) См. Книгу «Механическая Лабораторія 75—86» тб. XVI.

Наведенныя справки дали указанія, что съ самаго начала производства Рижскій цементъ изготовлялся безъ добавленія романскаго цемента, при чемъ содержаніе MgO въ готовомъ цементѣ было до 4% (по анализу проф. Шмидта еще въ 68 г.). Практика же строительнаго дѣла представляетъ много сооружений, построенныхъ въ семидесятыхъ годахъ на такомъ цементѣ, и существующихъ безъ поврежденія \*).

Совокупность всѣхъ этихъ обстоятельствъ въ связи съ вышеприведенными результатами новѣйшихъ изслѣдованій дало намъ основаніе предложить для техническихъ условій максимальное содержаніе магnezіи 4,5 до 5%, какъ безвреднаго процента, не изгоняющаго безпричинно съ рынка цементъ одного изъ русскихъ заводовъ, заработавшаго право на существованіе рядомъ сооружений и портовыхъ и сухопутныхъ.

Для меня въ данномъ случаѣ было безразлично, нужно ли опредѣленное содержаніе сѣрной кислоты для того завода и магnezіи для этого, или это понадобилось бы для другихъ какихъ либо русскихъ заводовъ.

Я считалъ долгомъ своимъ такъ заявить въ силу высказаннаго выше положенія — *не поступаться чѣмъ либо въ ущербъ требованіямъ науки и въ тоже время не изгонять безъ основанія съ рынка того или другаго члена установившагося цементнаго производства въ Россіи.*

Всякое другое рѣшеніе Коммиссіи будетъ недостаточно обоснованнымъ. Принятое въ проектируемыхъ техническихъ условіяхъ количество магnezіи въ 3% предложено было главнѣйшимъ образомъ на томъ основаніи, чтобы изгнать подмѣсъ романскаго цемента; такъ полагаю потому, что въ первомъ засѣданіи Коммиссіи никому изъ при-

---

\*) Кстати сказать, я рѣшительно возражаю противъ названія „*фальсифицированный цементъ*“ прилагаемаго къ цементу за то, что по выработанному заводомъ рецепту приготовленія, въ него прибавлялось послѣ обжига вещества, безвредныя для качества цемента. Если съ самаго начала цементнаго дѣла вообще говорилось о недопущеніи болѣе 1½—2% гипса, то это только потому, что безусловный вредъ отъ содержанія гипса въ большомъ количествѣ сразу обнаружился, а о другихъ добавкахъ никому и въ голову не приходило. Только *со дня установленія международной номенклатуры* разъяснился вопросъ этотъ должнымъ образомъ и только съ того момента цементъ съ разными добавками долженъ открыто называться *Смѣшаннымъ порландъ цементомъ*.

существующих не приходилъ на мысль вопросъ о содержаніи магnezіи въ *глинѣ, идущей на приготовленіе Рижскаго цемента, и присутствіе магnezіи въ этомъ цементѣ до 8% приписывалось добавкѣ романскаго цемента*. На основаніи анализа массы изъ отстойнаго бассейна, гдѣ магnezіи 2,5% и анализа разрывныхъ образцовъ, сохранившихся 12 лѣтъ оказывается, что изъ общаго количества магnezіи 7,27% имѣющихся въ цементѣ—3% поступило изъ добавочнаго въ количествѣ 12% романскаго цемента, а остальное количество представляетъ обожженную магnezію изъ глины \*).

Едва ли есть какое основаніе составлять заключеніе по анализамъ существующихъ цементовъ; дѣйствительно, въ большемъ количествѣ извѣстныхъ русскихъ и иностранныхъ цементовъ магnezіи очень мало, но въ такомъ случаѣ намъ нужно назначить и предѣльное содержаніе ея не болѣе 1—2%, въ противномъ случаѣ мы, изгоняя одинъ изъ установившихся цементовъ безъ должнаго основанія, предоставляемъ другимъ нашимъ цементнымъ заводамъ, свободнымъ въ основѣ отъ магnezіи, подмѣшивать, выгодный въ матеріальномъ отношеніи, романъ-цементъ въ такомъ количествѣ, лишь бы выходило магnezіи не болѣе 3%.

Затѣмъ, если придерживаться анализа существующихъ цементовъ, то и *свѣтлой кислоты* мы въ правѣ допустить никакъ не болѣе 1%, о чемъ заявляетъ Дюранъ-Кле и заводъ Гродзецъ. Наконецъ, замѣчу, что при баллотировкѣ вопроса въ послѣднемъ засѣданіи присутствующіе спеціалисты признали въ *принципѣ возможнымъ до 5% магnezіи, лишь бы она поступала изъ сырыхъ продуктовъ, а не отъ добавки романскаго цемента, \*\*)* и только чисто академическое опасеніе за добавку романъ-цемента сначала побудило присоединить фразу „при контролѣ инспекціи,“ а потомъ и совсѣмъ повело къ снятію вопроса съ баллотировки, оставляя меня при особомъ мнѣніи.

Развѣ нельзя было рѣшить вопросъ—*допущеніемъ въ принципѣ не превышающаго содержанія магnezіи до 5%, оговоривъ въ техническихъ*

---

\*) Количество магnezіи 3% соответствуетъ 25% магnezіи содержанія въ романъ-цементѣ Рижскаго завода.

\*\*) Какъ извѣстно магnezіи въ романскомъ цементѣ во всякомъ случаѣ безвредна.



условіяхъ, что кромѣ гипса въ количествѣ 2%, не допускается подмѣшивать въ обожженный порландъ-цементъ какія бы то ни было постороннія вещества—какъ то обожженный мергель (романъ-цементъ), шлаки и проч.

Все вышеизложенное побуждаетъ меня просить г. Предсѣдателя Коммисіи не отказать во вторичномъ рассмотрѣніи вопроса о содержаніи магнезій, если возможно, въ началѣ засѣданія; просить объ этомъ я позволяю себѣ по долгу Завѣдывающаго Механическою Лабораторіей, такъ какъ Коммисія должна постановить рѣшеніе преслѣдующее одновременно и интересы строительнаго дѣла и интересы русскаго заводскаго дѣла.

Предлагаемыя мною положенія резюмируются такъ:

1) Магнезій и сѣрной кислоты въ готовомъ порландъ-цементѣ д. б. возможно меньше; для первыхъ двухъ лѣтъ дѣйствія настоящихъ техническихъ условій устанавливается максимальное содержаніе магнезій до 5% и сѣрной кислоты до 2%; по истеченіи же двухъ лѣтъ содержаніе магнезій должно допускаться никакъ не свыше 4% и сѣрной кислоты не свыше 1½%.

Къ порландъ-цементу послѣ обжига разрѣшается добавлять исключительно гипсъ и при томъ въ количествѣ никакъ не свыше 2%.

Безусловно воспрещается добавлять къ готовому порландъ-цементу какое бы то ни было другое постороннее вещество, какъ-то слабо обожженный мергель (романъ-цементъ), шлакъ и проч.“

*Н. Бьеллюбскій.*

*С. Ѳ. Глинка* прочиталъ свою записку о вліяніи магнезій на гидравлическіе растворы слѣдующаго содержанія:

Для коренной постановки вопроса о значеніи магнезій въ потландскихъ цементахъ необходимо обратить вниманіе на взаимное сходство и различіе основаній, СаО и MgO. Элементы Са и Mg считаются аналогами, что, конечно, справедливо, но было бы крайне одно-сторонне разсматривать только эту аналогію и оставлять безъ вниманія другую аналогію, существующую между магніемъ и цинкомъ. Съ нашей точки зрѣнія эта вторая аналогія выражается гораздо опредѣленнѣе, нежели аналогія между магніемъ и кальціемъ, на которую обыкновенно обращаютъ вниманіе и на которой останав-

ливаются по преимуществу. Для того, чтобы не затемнять вопроса, мы прямо рассмотрим здѣсь различіе между кальціемъ и магниемъ.

Кальцій по справедливости считается сильнымъ основнымъ элементомъ и, въ связи съ этимъ, известь, окись кальція, представляетъ весьма сильное основаніе, основность эта выражается большимъ стремленіемъ окиси кальція вступать въ соединеніе съ кислотными радикалами, такъ что известь въ свободномъ состояніи въ природѣ не встрѣчается, она не встрѣчается и въ видѣ гидрата, но исключительно въ соединеніи съ различными кислотами. Сильныя щелочныя свойства окиси кальція выражаются въ томъ, что она сильно и быстро поглощаетъ воду съ значительнымъ выдѣленіемъ тепла; соединеніе ея съ углекислою — обыкновенная углекислая известь — начинаетъ разлагаться лишь при  $440^{\circ}$ , а полное разложеніе ея происходитъ лишь при температурѣ краснаго каленія. Съ сѣрною кислотою окись кальція образуетъ безводную соль — минераль ангидритъ, и соль съ двумя частями воды — гипсъ. Ангидритъ самъ по себѣ въ водѣ не растворимъ, но въ присутствіи воды, особенно будучи въ видѣ порошка, присоединяетъ двѣ частицы воды и переходитъ съ увеличеніемъ объема въ гипсъ, который, какъ извѣстно, обладаетъ слабою растворимостью въ водѣ, такъ что мы можемъ принять еще одну характерную черту для известц — сѣрнокислая известь есть соль въ водѣ трудно-растворимая. Одна часть гидрата извести требуетъ для растворенія при обыкновенной температурѣ около 800 частей воды. Характерна также способность извести растворяться въ сахарѣ.

Я остановился на этихъ подробностяхъ, болѣе или менѣе обще-извѣстныхъ для того, чтобы рѣзче отѣнить тѣ черты магниальныхъ солей, которыми эти послѣднія съ полною опредѣленностью отличаются отъ солей кальція. Въ противоположность извести, магнезія обладаетъ слабою основностью, съ водою она соединяется лишь медленно, иногда въ теченіе нѣсколькихъ недѣль, и при весьма незначительномъ повышеніи температуры; чѣмъ сильнѣе была накалена соль магнія для полученія чистой магнезіи, тѣмъ слабѣе эта послѣдняя соединяется съ водою. Вода растворяетъ водную магнезію лишь въ крайне малыхъ количествахъ: для растворенія одной части ея необходимо до 55000 частей воды. Въ отличіе отъ водной окиси кальція гидратъ окиси магнія легко растворяется въ нашатырѣ и при слабомъ накаливаніи разлагается на окись магнія и на воду. Безводная магнезія

существуетъ въ природѣ, образуя минераль периклазъ, водная магnezія также встрѣчается въ природѣ, образуя бѣлыя пластинчатая массы минерала брусита. Изъ этого видно, что основной характеръ химической группы, выражающійся въ данномъ случаѣ стремленіемъ къ соединенію съ углекислотою воздуха, проявляется у магnezіи гораздо слабѣе, нежели у извести. По Менделѣеву, углекислая магnezія можетъ разложиться до конца уже при  $170^{\circ}$ . Въ сахарѣ окись магнія не растворяется вовсе.

Особенно рѣзко выражается несходство магnezіи съ известью въ соединеніяхъ магnezіи съ сѣрною кислотою: сѣрнокислая магnezія весьма легко растворяется въ водѣ и тѣмъ легче, чѣмъ выше температура воды—при  $0^{\circ}$  въ 100 частяхъ воды растворяется около 26 частей безводной соли, при  $14,5^{\circ}\text{C}$ —около 33 частей, при  $97^{\circ}$ —около 73 частей. Сѣрнокислая магnezія принимаетъ различныя количества кристаллизаціонной воды, измѣняя температуру кристаллизаціи можно получить соединенія съ 1, 2, 5, 6, и 7 эквивалентами воды. Не менѣе важною характерною чертою магnezіи—въ отличіе отъ извести и аналогично съ окисью цинка, является способность ея давать двойныя соли и основныя соли, также кристаллогидраты, однимъ изъ примѣровъ которыхъ является сѣрнокислая магnezія съ различными количествами воды. С. Клеръ-Девилль показалъ, что магnezія, полученная прокаливаніемъ хлористаго кристалль-гидрата, который разлагается при этомъ по уравненію  $Mg Cl_2 \cdot 6 H_2 O = Mg O + 2 H Cl + 5 H_2 O$  будучи обращена въ тѣсто, и помѣщена подъ струю воды, твердѣетъ черезъ нѣсколько недѣль; будучи смѣшана съ пескомъ, она даетъ гидравлическій растворъ; магnezія, полученная при бѣломъ каленіи, не обладаетъ выше упомянутыми свойствами. Выше приведенное уравненіе показываетъ, насколько слабо притяженіе магnezіи къ кислотамъ, такъ какъ въ данномъ случаѣ, при нагрѣваніи сильная, но летучая, соляная кислота легко вытѣсняется водою изъ ея соединенія съ магnezіею.

Опыты, произведенныя въ лабораторіи Николаевской Инженерной Академіи профессоромъ А. Р. Шуляченко, показали, что прокаливаніемъ азотнокислой магnezіи можно получить два продукта, одинаковаго химическаго состава  $Mg O$ , но различныхъ свойствъ: если температура прокалыванія не превосходила  $240^{\circ}$ , то получается продуктъ, обладающій прекрасно выраженными гидравлическими свойст-

вами; если температура прокаливанія доходила до  $600^{\circ}$ , то получается вещество, которое вовсе не обладает гидравлическими свойствами.

Резюмируя все вышесказанное объ извести и магнезиі мы можем охарактеризовать ихъ въ химическомъ отношеніи слѣдующимъ образомъ: известъ представляетъ сильное основаніе и поэтому образуетъ прочныя соединенія съ кислотами и съ водою, магнезія представляетъ слабое основаніе со всѣми свойствами слабого основанія: она сравнительно слабо соединяется съ кислотами и обнаруживаетъ въ этомъ отношеніи большую подвижность, отщепляясь изъ однихъ соединеній и вступая въ другія. Одною изъ особенностей ея является склонность давать двойныя соли и обуславливать образованіе основныхъ солей. Въ природѣ извѣстно огромное количество магнезіальныхъ силикатовъ и всѣ они обладаютъ способностью легко подвергаться метаморфозу подъ вліяніемъ углекислоты воздуха и воды. Подробное описаніе явленій этого рода завлекло бы насъ слишкомъ далеко, мы замѣтимъ лишь, что явленія эти легко объясняются подвижностью магнезиі, а подвижность эта находится въ прямой связи со слабюю ея основностью и способностью образовывать двойныя соли: благодаря чему, въ природѣ наблюдается огромное количество гидратныхъ кремне-магнезіальныхъ соединеній. Неудивительно, поэтому, что была предложена слѣдующая теорія отвердѣванія гидравлическихъ цементовъ, заключающихъ въ своемъ составѣ магнезію: „силикаты и алюминаты магнезиі подвергаясь гидратациі, твердѣютъ, какъ силикаты извести, но все заставляетъ предполагать, что ихъ гидратациія происходитъ послѣ того, какъ произошла гидратациія кремнекислыхъ соединеній извести. Вслѣдствіе этого, растворы, составленные изъ магнезіальныхъ гидравлическихъ известей, послѣ схватыванія могутъ испытывать частичныя передвиженія, которыя уничтожаютъ спѣшеніе, первоначально приобрѣтенное“. Мы не будемъ утверждать, что въ данномъ случаѣ дѣло происходитъ именно такъ, но не можемъ не отмѣтить того обстоятельства, что мнѣніе, высказанное здѣсь, относительно болѣе поздней гидратациі силикатовъ магнезиі, является вполне вѣроятнымъ, находясь въ полномъ соответствіи, на примѣръ, съ отмѣченной выше способностью магнезиі переходить въ гидратъ очень медленно, если же химическая энергія этого вещества предварительно ослаблена присоединеніемъ къ нему кремнезема или глинозема, то очевидно, процессъ такой гидратациі долженъ замедляться еще болѣе.

Но сихъ поръ я стоялъ на чисто теоретической почвѣ; сумма соображеній, аналогичныхъ вышеизложеннымъ заставила меня въ предъидущемъ засѣданіи нерѣшительно, но въ достаточной степени категорично, высказаться противъ большихъ льготъ для содержанія магнезій въ цементѣ; нерѣшительность происходила отъ тѣхъ естественныхъ соображеній, что въ дѣлѣ практическаго характера, да еще въ столь мало разъясненномъ дѣлѣ, вообще трудно стоять лишь на отвлеченной почвѣ, ссылаться-же на извѣстные случаи разрушенія магнезіальныхъ цементовъ я не рѣшался, такъ какъ здѣсь можетъ существовать безчисленное множество объясненій причинъ разрушенія. Я ждалъ опытнаго подтвержденія моихъ теоретическихъ соображеній и нашелъ его въ результатахъ испытаній, произведенныхъ Диккергофомъ. Протоколъ засѣданій Общества нѣмецкихъ цементныхъ фабрикантовъ 22—23 февраля 1889 г. любезно сообщенный мнѣ проф. Н. А. Бѣлелюбскимъ, заключаетъ діаграммы испытаній, произведенныхъ Диккергофомъ при помощи прибора Баушингера, надъ приготовленными имъ магнезіальными цементами. Обращая интересующихся къ самому протоколу, я приведу здѣсь лишь окончательные выводы Диккергофа. Онъ бралъ цементы съ содержаніемъ магнезій въ 6,23%, 11,36%, 17,80%, 21,24%—все эти цементы обнаружили съ теченіемъ времени увеличеніе въ объемѣ тѣмъ значительнѣйшее, чѣмъ больше было въ цементѣ магнезій, и, что особенно важно, увеличеніе это въ предѣлахъ опыта не менѣе одного года все прогрессировало. По мнѣнію Диккергофа „причина послѣдующаго и сильнаго увеличенія объема магнезіальнаго цемента обусловливается тѣмъ, что магнезія достигаетъ въ поргланскомъ цементѣ, при его обжигѣ, той же плотности, какъ въ фарфоро-обжигательныхъ печахъ, т. е. 3,6, какъ это видно изъ уд. вѣса такого цемента. Въ этомъ плотномъ видѣ она поглощаетъ воду сначала лишь съ крайнею медленностью, а затѣмъ быстрѣе, образуя при этомъ гидратъ магнезій со значительнымъ увеличеніемъ объема“. Это мнѣніе стоитъ въ прямой связи съ выше приведенными свойствами магнезій; если же допустить, что при обжигѣ часть магнезій или вся магнезія вступила въ соединеніе съ кремнеземомъ, а затѣмъ это соединеніе частью разлагается водою вслѣдствіе слабого притяженія магнезій къ кремневой кислотѣ; частью подвергается гидратациі съ увеличеніемъ объема, то продолжительность періода измѣненія объема цемента можетъ быть объяснена еще естественнѣе, а результаты остаются тѣ же самыя.

Предсѣдатель Коммисіи М. Н. Герсевановъ сообщилъ мнѣ ниже-слѣдующее: „по заявленію начальника работъ по постройкѣ Сурамскаго тоннеля инженеръ-дѣйствительнаго статскаго совѣтника Рызевскаго, замѣчено, что въ облицовкѣ тоннеля, тамъ, гдѣ она сдѣлана изъ трахита на новороссійскомъ цементѣ, на сводахъ замѣчены известковыя сосульки, которыя безспорно произошли отъ извлеченія извести изъ цемента при помощи грунтовой воды, содержащей много углекислоты“. Нѣтъ сомнѣнія, что въ случаѣ содержанія магнезій въ цементѣ, подобные процессы происходили бы еще энергичнѣе, я лично могъ убѣдиться въ быстротѣ разложенія магнезійныхъ солей углекислою водою, наблюдая выработку уральскаго хромистаго желѣзняка, который залегаетъ преимущественно среди водныхъ кремнемагнезійныхъ горныхъ породъ, тамъ съ поверхности выработка, можно сказать, на глазахъ у людей подвергается метаморфозу, покрываясь слоемъ углекислой магнезій.

Не имѣя возможности произвести прямое испытаніе на степень долговѣчности того или другого строительнаго матеріала въ сооруже-

РАСТВОРЫ.	SiO <sub>2</sub> и мелкій песокъ.	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Песокъ крупный.	Мелкіе камни.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	SO <sub>3</sub>	CO <sub>3</sub>
<b>1. Финикійскіе.</b>									
Развалины храма въ Ларнакѣ (о-въ Кипръ) .	16,30	2,16	26,40	3,37	28,63	0,99	0,97	0,21	20,23
Акведукъ въ Ларнакѣ .	0,96	0,40	51,58	—	—	—	0,70	0,82	40,60
<b>2. Греческіе.</b>									
Воздушный растворъ изъ Пникса (Аѳины) . .	12,06	2,64	45,70	—	—	0,92	1,00	—	37,00
Изъ внутренней части храма (Аѳины) . . .	3,90	0,98	49,63	—	—	0,82	1,09	1,04	38,33
<b>3. Римскіе.</b>									
Дача Адриана . . . . .	41,10	14,70	15,30	—	—	4,82	0,30	—	11,80
Облицовка стѣны въ Геркуланѣ . . . . .	33,36	2,86	29,88	—	—	2,32	0,25	—	23,80
Крыша могильныхъ склеповъ въ Римѣ . . . .	36,26	16,39	19,71	—	—	1,23	0,71	—	13,61
Мозаика изъ пола бань Каракаллы . . . . .	30,24	10,64	25,19	—	—	3,67	0,90	—	17,97

ніяхъ, мы естественнымъ образомъ стремимся замѣнить опытъ наблюденіемъ уже существующаго явленія, обращаясь къ сооруженіямъ, гдѣ данный матеріалъ получилъ примѣненіе и, очевидно, чѣмъ дольше и чѣмъ лучше сохранилось данное сооруженіе, тѣмъ выше качества матеріала, изъ котораго оно построено. Въ этомъ отношеніи сооруженія древнихъ народовъ имѣютъ большой интересъ и большое значеніе, если мы только ограничимся фактомъ существованія сооруженія втеченіе нѣсколькихъ столѣтій и даже тысячелѣтій. Прилагаемая таблица даетъ въ этомъ отношеніи интересныя указанія относительно химическаго состава нѣкоторыхъ древнихъ цементовъ. Взятые, очевидно, случайно, эти образцы не даютъ полной картины растворовъ, употребляемыхъ древними, воздушныхъ и гидравлическихъ; но пользуясь тѣмъ, что въ таблицѣ имѣется, мы видимъ, что послѣдніе три образца носятъ характеръ гидравлическихъ растворовъ, судя по содержанию въ нихъ глинозема. Во всякомъ случаѣ, изъ таблицы видно, что древніе избѣгали брать для растворовъ известъ, которая заключала бы магнезію. Ничтожное содержаніе этой послѣдней здѣсь не можетъ не остановить вниманія. Не зная методовъ химическаго анализа, древніе, очевидно, могли руководствоваться опытомъ, который заставилъ ихъ упорно обращаться къ известнякамъ, дающимъ наиболѣе чистую известъ, быть можетъ, для этой цѣли обжигали и раковины морскихъ моллюсковъ: количество магнезіи только въ одномъ примѣрѣ, изъ данныхъ въ таблицѣ, достигаетъ 1,09%, — во всѣхъ другихъ случаяхъ гораздо менѣе и этого ничтожнаго количества.

Изъ всего предъидущаго видно, что магнезія въ портландскихъ цементахъ не представляетъ собою балласта, съ чѣмъ еще можно бы примириться, но является безусловно вредною примѣсью, вліяющею на постоянство объема даннаго раствора, поэтому ея слѣдуетъ избѣгать. Вредное дѣйствіе магнезіи выражается тѣмъ рѣзче, чѣмъ болѣе ея содержится въ цементѣ; по опытамъ Диккергофа, цементъ съ 6% магнезіи, который сначала измѣнялъ свой объемъ слабѣе, чѣмъ даже нормальные портландскіе цементы, черезъ годъ сравнялся съ ними въ этомъ отношеніи, къ сожалѣнію Диккергофъ ничего не говоритъ о томъ, что сдѣлалось съ цементомъ, содержащимъ 6% магнезіи, послѣ года—продолжалъ ли онъ измѣнять объемъ или же вполне сравнялся съ портландскими цементами, не содержащими магнезіи, — это было бы тѣмъ интереснѣе знать, что цементъ съ 10,80% магнезіи не

пересталъ измѣнять объемъ даже черезъ два года. Въ *Central-Anzeiger für Ziegel und Kalk Industrie* отъ 1 марта (нов. ст.) текущаго года напечатана замѣтка о новыхъ опытахъ Диккергофа, на основаніи которыхъ онъ приходитъ къ слѣдующимъ заключеніямъ: въ тѣхъ цементахъ, которые были обжигаемы до спеканія съ теченіемъ времени (не раньше, какъ черезъ полгода) магнезія обнаруживается вреднымъ увеличеніемъ объема цемента, что обусловливаетъ и разрушеніе сооруженія; между тѣмъ такое непостоянство объема цемента не можетъ быть обнаружено предварительными пробами. 3% магнезіи въ порландскомъ цементѣ оказываются безвредными, необходимо, впрочемъ, точнѣе опредѣлить предѣлы безвреднаго содержанія магнезіи. Въ виду этого, мы не имѣемъ никакихъ данныхъ для сужденій о *minimum* магнезіи въ порландскихъ цементахъ, которое можно допустить безъ ущерба дѣлу. Но вмѣстѣ съ этимъ, отсутствіе данныхъ для установки такого *minimum* для вредной примѣси заставляетъ, мнѣ кажется, тѣмъ строже отнестись къ ней и прямо признать за правило, что при равныхъ прочихъ условіяхъ предпочтеніе отдается тому, который содержитъ менѣе магнезіи, такъ какъ это обстоятельство служитъ ручательствомъ за болѣе тщательный подборъ сырого матеріала.

Съ другой стороны, однако, мы не можемъ не считаться съ фактами, которые даетъ намъ практика: извѣстны случаи, гдѣ содержаніе магнезіи въ цементѣ, въ количествѣ до 5%, не парализовало хорошихъ его качествъ; такъ напр., въ цементѣ рижскаго завода мы имѣемъ болѣе 4% магнезіи, между тѣмъ всеѣмъ извѣстны безусловно хорошія качества этого цемента, постоянство объема и правильность роста механическаго сопротивленія съ теченіемъ времени. Оставлять безъ вниманія такого рода факты не возможно въ виду необходимости всесторонняго изученія вопроса.

Познакомившись подробно со свойствами окиси магнезіи, мы легко поймемъ тотъ, на первый взглядъ парадоксальный, фактъ, что присутствіе магнезіи въ романскихъ цементахъ не вредитъ свойствамъ этимъ послѣднихъ. Необходимо имѣть въ виду, что мергеля, изъ которыхъ получаютъ романскіе цементы, вообще обжигаются очень слабо, даже до неполнаго удаленія угольной кислоты изъ находящейся въ нихъ углекислой извести: на нѣкоторыхъ заводахъ обжиганіе считаютъ вреднымъ продолжать послѣ того, какъ въ мергелѣ осталось 10 п



даже болѣе процентовъ угольной кислоты. Очевидно, послѣ обжига, магнезія является здѣсь въ состояніи рыхломъ и не связанномъ химически: она не спекается и не соединяется съ кремнекислотою, что имѣетъ мѣсто въ процессѣ приготовленія портландскаго цемента, гдѣ масса нагрѣвается до полного ея спеканія. Очевидно, въ романскомъ цементѣ магнезія не теряетъ способности вполне и достаточно быстро соединяться съ водою; конечно, такое соединеніе происходитъ здѣсь не строго одновременно съ гидратаціей известковыхъ силикатовъ и аллюминатовъ, но, однако здѣсь не можетъ происходить тѣхъ явленій, какія имѣютъ мѣсто въ портландскихъ цементахъ съ содержаніемъ магнезіи

Помимо отмѣченныхъ различій, кальцій и магній во многихъ отношеніяхъ близки по свойствамъ; углекислыя и кремнекислыя соединенія ихъ способны образовывать изоморфныя смѣшенія во всѣхъ отношеніяхъ, чѣмъ легко объясняется то явленіе, что какъ въ основныхъ, и во вторичныхъ образованіяхъ земной коры соединенія извести и магнія постоянно встрѣчаются вмѣстѣ; безъ сомнѣнія существуютъ отложенія чистыхъ известковыхъ соединеній съ одной стороны и чистыхъ магнезіальныхъ съ другой, но въ большинствѣ случаевъ мы встрѣчаемъ смѣшенія извести съ магнезіею въ различныхъ пропорціяхъ. Это обстоятельство имѣетъ неожиданныя практическія, послѣдствія; и для того, кто прислушивается къ преніямъ, которыя возникали и возникаютъ на собраніяхъ людей, имѣющихъ дѣло съ портландскимъ цементомъ, дѣлается ясно, что корень всего лежитъ въ слѣдующемъ: многіе заводы расположены въ областяхъ осадочныхъ горныхъ породъ, заключающихъ въ своемъ составѣ магнезію въ большихъ или меньшихъ количествахъ. Въ настоящее время, когда вопросъ о магнезіи въ портландскихъ цементахъ довольно сильно обострился, самое существованіе этихъ заводовъ можетъ находиться въ зависимости отъ того, насколько высоки или низки будутъ официальные нормы нахожденія магнезіи въ портландскихъ цементахъ. Въ виду этого понятна горячность отношенія къ этому вопросу со стороны заводчиковъ; съ другой стороны, въ этомъ заинтересованы и потребители портландскаго цемента, такъ какъ ограниченіе условій приѣмки цемента на работахъ обязательно приведетъ къ повышенію цѣны на этотъ продуктъ, который и при существующихъ условіяхъ не можетъ быть названъ дешевымъ.

Для того, чтобы составить себѣ понятіе о томъ, насколько вообще трудно или легко имѣть сырой матеріалъ для приготовленія портуландскаго цемента безъ содержанія магnezіи въ количествахъ сколько нибудь значительныхъ, я взялъ данныя относительно количества магnezіи въ образцахъ всѣхъ извѣстныхъ русскихъ огнеупорныхъ глинъ, такихъ образцовъ оказалось въ моемъ распоряженіи до пятидесяти. Мѣсторожденія ихъ значатся въ различныхъ мѣстахъ губерній: Екатеринбургской, Кіевской, Московской, Нижегородской, Новгородской, Тульской, Херсонской, Черниговской, Петроковской, Пермской—съ обоихъ склоновъ Урала, Уфимской, Оренбургской, Вятской, Томской, Иркутской и Области Донской. Изъ этихъ 50 образцовъ лишь въ одномъ содержаніе магnezіи доходитъ до 4.22%, въ пяти оно колеблется отъ 4.06% до 3.25%, а въ огромномъ большинствѣ остальныхъ образцовъ содержаніе ея менѣе одного процента. Къ сожалѣнію я не могу дать такихъ же подробныхъ свѣденій относительно содержанія магnezіи въ русскихъ известнякахъ, но фактъ приготовленія у насъ вообще портуландскихъ цементовъ съ малымъ содержаніемъ магnezіи показываетъ, что едва ли есть недостатокъ для этого въ известнякахъ чистыхъ или почти чистыхъ, лишь съ ничтожнымъ соединеніемъ окиси магнія. Сверхъ того, я могъ бы дать цѣлый рядъ анализовъ французскихъ гидравлическихъ известей лишь съ весьма малымъ и даже ничтожнымъ содержаніемъ этой химической группы, а найти чистую гидравлическую известь труднѣе, нежели чистый простой, не гидравлическій матеріалъ.

Такимъ образомъ, едва ли можетъ быть недостатокъ въ чистыхъ глинахъ и известнякѣ для приготовленія портуландскаго цемента, и мнѣ кажется, что разъ рѣчь идетъ объ этомъ дорогомъ и, безъ преувеличенія, можно сказать, такомъ деликатномъ продуктѣ, мы въ правѣ требовать отъ заводчиковъ употребленія для его приготовленія самаго чистаго сыраго матеріала, тѣмъ болѣе, что такое требованіе до нѣкоторой степени гарантируетъ потребителю отсутствіе фальсификаціи цемента, напр. прибавленіемъ къ нему цемента романскаго, заключающаго въ своемъ составѣ часто магnezію, о чемъ шла рѣчь на предъидущемъ засѣданіи цементной коммисіи.

М. Н. Герсевановъ передаетъ на время предсѣдательство А. Р. Шуляченко.

*А. Р. Шуляченко*, по выслушаніи записки г. Глинки, предложилъ

г.г. членамъ засѣданія высказать свои возраженія и взгляды по поводу прочитаннаго.

*Н. А. Бьелетобскій.* Поданное мною заявленіе я резюмировалъ такъ: предвидя необходимость перехода нѣкоторыхъ русскихъ заводовъ къ выбору такихъ сырыхъ матеріаловъ, которые давали бы опредѣленное небольшое содержаніе магнезій, я предложилъ временно, года на два, не устанавливать нормы въ 3% содержанія магнезій. Такъ какъ въ этомъ одинаково заинтересованы какъ строители такъ и заводчики, то приходится принять во вниманіе интересы тѣхъ и другихъ и отнестись по справедливости. Я самъ, съ 1887 года, читалъ въ нѣсколькихъ сообщеніяхъ \*) о влияніи магнезій, раньше чѣмъ былъ поднятъ вопросъ о смѣшанномъ цементѣ, который приготавливалъ Рижскій заводъ. Хотя приходится констатировать, что большое содержаніе магнезій вредно, но тѣмъ не менѣе можно опредѣлить для содержанія магнезій извѣстный максимальный предѣлъ, который возможно допустить, принимая извѣстное временное положеніе (въ теченіе двухъ лѣтъ), чтобы, не опуская интересы строительнаго дѣла, допустить содержаніе магнезій, нѣсколько повышенное, въ виду самыхъ заводовъ. Я соображалъ, что на заводѣ заготавливается извѣстная масса, которая вылеживается зиму въ отстойныхъ бассейнахъ и потомъ идетъ на производство цемента. Въ слѣдующемъ году будетъ приготовлена новая масса изъ матеріаловъ, заготовленныхъ въ этомъ году еще до напечатанія трудовъ нашей комиссіи. За это время долженъ быть сдѣланъ переходъ къ лучшимъ сырымъ матеріаламъ; на основаніи сказаннаго и опредѣляется мною срокъ дѣйствія временнаго положенія. Если мы знаемъ, что заводъ, а въ данномъ случаѣ не одинъ Рижскій, приобрѣлъ извѣстное положеніе цѣлымъ рядомъ своихъ работъ и можетъ очутиться въ затруднительномъ положеніи, то надо, разумѣется, отнестись осмотрительно и къ интересамъ заводскаго дѣла. Вотъ почему я и рѣшился предложить 5% магнезій вмѣсто 3% и 2% сѣрной кислоты вмѣсто 1%. По истеченіи двухъ лѣтъ, можно будетъ перейти на 3½% \*\*), съ 3% магнезій едва ли справятся заводы. Я имѣю телеграмму, по-

---

\*) Въ Собраніи Инженеровъ п. с., Техническомъ Обществѣ и пр.

\*\*\*) За 3½%  $MgO$  высказываются, между прочимъ, большая часть иностранныхъ специалистовъ.

лученную изъ Берлина, о докладѣ Диккергофа, на февральскомъ съѣздѣ цементниковъ, гдѣ было предложено 3<sup>1</sup>/<sub>2</sub>%. Пока говорили вообще, то считали безусловно невреднымъ 3%, а какъ только дошло до нормированія, то всѣ отказались отъ 3% и пришлось говорить о большемъ процентѣ. Теперь они признали вопросъ не рѣшеннымъ и назначили комиссію, чтобы обсудить этотъ вопросъ.

*Ө. Г. Зброжекъ.* Дѣйствительно, неудобно чрезмѣрно высокими требованіями затруднять безъ особенной надобности заводы и даже закрывать имъ сбытъ матеріала, испытаннаго долготѣннымъ употребленіемъ, но все-таки, изъ всего сказаннаго Николаемъ Аполлоновичемъ можно сдѣлать тотъ выводъ, что магнезій въ поргландъ-цементѣ должно быть не болѣе 3%. Поэтому мнѣ кажется, что комиссія должна высказаться опредѣленно, что она считаетъ содержаніе магнезій безопаснымъ не свыше 3%, но, подчиняясь различнымъ обстоятельствамъ, временно допускаетъ поставку на работы цемента съ большимъ содержаніемъ магнезій. Тутъ возбуждается вопросъ о закрытіи заводовъ, но дѣйствительно ли заводы безусловно должны закрыться? Не могутъ ли они принять нѣкоторыя мѣры, болѣе или менѣе энергичныя къ тому, чтобы перейти къ лучшимъ сырымъ матеріаламъ.

*Н. А. Бьеллюбскій.* Заводы, какъ я сказалъ, заготавливаютъ сырые матеріалы, по крайней мѣрѣ на годъ производства, такъ что требовать отъ нихъ внезапнаго перехода къ новому производству—не мыслимо.

*Д. Ө. Жаринцовъ.* Формулировка г. Глинки самая простая и ясная: изъ двухъ равныхъ по качеству цементовъ отдается преимущество тому, въ которомъ содержится магнезій меньше.

*Д. Д. Гнусинъ.* Вѣдь закрытіе нѣсколькихъ заводовъ влечетъ за собою увеличеніе стоимости казенныхъ работъ: меньше явятся конкурентовъ, отчего поставка будетъ менѣе быстрая, и пострадаютъ портовые и желѣзнодорожныя работы; такъ что и интересы завода полезно принять во вниманіе.

*Н. А. Бьеллюбскій.* И это касается интересовъ не одного Рижскаго завода.

*Д. Д. Гнусинъ.* Можно сдѣлать поправку, что мы признаемъ три процента магнезій, но въ теченіе двухъ лѣтъ допускаемъ 5%.

*Ө. Г. Зброжекъ.* Мы требуемъ 3%, но если бы цементъ удовлетворялъ всѣмъ остальнымъ условіямъ, тогда допустить 4%, но никакъ не свыше 5%.

*А. Р. Шуляченко.* Мнѣ кажется, что общее мнѣніе можно формулировать такимъ образомъ: портландъ-цементы, которые имѣютъ меньше 3 или 3%, предпочтительнѣе тѣхъ, которые имѣютъ большее содержаніе, и этимъ регулируется совершенно употребленіе тѣхъ и другихъ цементовъ, такъ какъ можно прибавить, что цементы и съ большимъ содержаніемъ магнезій, но не выше 5%, не исключаются.

Что касается опасенія возможности повышенія цѣны, то наоборотъ мы видимъ, что цѣны постоянно понижаются, и это зависитъ не отъ большаго или меньшаго содержанія магнезій, а отъ того, что знакомство съ фабрикаціей цемента все больше и больше распространяется; въ близкомъ будущемъ ожидается возникновеніе новыхъ заводовъ: на Уралѣ, въ Царствѣ Польскомъ, проектируется два завода на Черномъ морѣ, такъ что опасаться повышенія цѣны вслѣдствіе того, что одинъ заводъ будетъ ограниченъ, совершенно излишне.

Затѣмъ, собственно относительно магнезій вопросъ мнѣ кажется, совершенно ясенъ: если, съ одной стороны, доказано, что цементъ вовсе безъ магнезій безукоризненъ, а съ магнезійей это еще неизвѣстно, то, конечно, чистые цементы предпочтительнѣе.

*Н. А. Блелюбскій.* Это совершенно понятно; вѣдь здѣсь и говорится только объ извѣстномъ предѣлѣ.

*А. Р. Шуляченко.* Возбуждался вопросъ, что присутствіе магнезій вообще можетъ быть вредно. Такъ какъ относительно вреда магнезій имѣются научные факты, то справедливо-ли, въ интересахъ прочности сооружений, вообще допускать увеличеніе содержанія ея въ цементѣ.

*Н. А. Блелюбскій.* Съ моей стороны, какъ завѣдывающаго лабораторіей, было бы непростительно, если бы я возражалъ противъ научныхъ положеній. Когда стали извѣстны крушенія во Франціи, въ Германіи и въ Англійи, то впервые публично я читалъ о вредномъ вліяніи магнезій и все что сегодня говорилъ С. Θ. Глинка во второй половинѣ своего доклада, я говорилъ и раньше, полтора года тому назадъ, но разница въ томъ, что я полагалъ-бы остановиться временно на извѣстномъ предѣлѣ, который не вредилъ бы строительному дѣлу и точно также согласовался-бы нѣсколько съ интересами заводовъ.

Я получилъ сегодня письмо о производствѣ завода Шмидта прошлаго года: тамъ содержаніе магнезій, по анализу завода, было 3,81%, а въ обожженной но *не молотой* еще массѣ цемента Рижскаго завода, по анализу Лабораторіи М-ва Финансовъ, 3,95%.

*А. Р. Шуляченко.* Нельзя ли сдѣлать слѣдующее заключеніе: цементы имѣющіе меньшее содержаніе магнезій (3 и меньше 3%), предпочтительнѣе цементовъ съ большимъ содержаніемъ ея. А предѣльнаго содержанія магнезій въ нормы не вводить, такъ какъ, разъ будетъ поставленъ предѣлъ, то цементы, съ содержаніемъ магнезій свыше 3%, совершенно исключаются.

*Н. А. Бьеллюбскій.* На время можетъ быть допущенъ высшій предѣлъ. Слѣдуетъ сдѣлать другую постановку вопроса, а именно сказать, что въ теченіе двухъ лѣтъ, 1890 и 1891 годъ, можно допустить до 5%.

*Д. Ѡ. Жаринцовъ.* Я просилъ бы срока не ставить. Если цементъ признается хорошимъ въ 1890 и въ 1891 году, то онъ не можетъ быть плохимъ въ 1892 году. Если же два цемента выдержатъ нормальныя испытанія, то тотъ изъ нихъ, который содержитъ менѣе 3% магнезій, долженъ быть предпочтенъ.

*А. Р. Шуляченко.* Позвольте редактировать такъ:

„Содержаніе магнезій въ портландъ-цементѣ не должно превышать 3%. *Примѣчаніе:* Въ теченіе 1890 и 1891 годовъ допускается примѣнять портландскіе цементы съ содержаніемъ магнезій до 5%, но отнюдь не выше“.

Угодно принять такую редакцію?

Всѣ согласны.

Послѣ выслушанія всѣхъ замѣчаній и внесенія сдѣланныхъ исправленій, комиссія приняла напечатанныя въ приложеніяхъ № 13 „Техническія условія для поставки портландъ-цементовъ для портовыхъ работъ“.

*Г. Предсѣдатель* предложилъ прочесть рапортъ инженера Лисовскаго слѣдующаго содержанія:

Его Превосходительству Господину Директору Института Инженеровъ Путей Сообщенія Императора Александра I.

Комиссія по выработкѣ техническихъ условій на поставку цемента для портовыхъ работъ предполагаетъ учредить на заводахъ особый надзоръ за изготовленіемъ цемента. Признавая эту мѣру весьма полезною для снабженія работъ доброкачественнымъ матеріаломъ, полагаю, что въ этомъ случаѣ, нѣтъ надобности въ производствѣ особыхъ испытаній на мѣстѣ работъ; при поставкѣ такого цемента необходимо будетъ удостовѣриться—не подмоченъ-ли онъ, и опредѣлить размѣръ раструски.

Если-же учрежденіе надзора за изготовленіемъ цемента на заводѣ

признано будетъ, почему либо, неудобнымъ, то, въ такомъ случаѣ, въ кондичіи на работы необходимо указывать на заводы, вырабатывающіе цементъ, химическій составъ котораго соотвѣтствуетъ требованіямъ техническихъ условій. — Рекомендовать такіе заводы дѣло Механической Лабораторіи Института.

Въ этомъ послѣднемъ случаѣ, цементъ, при поступленіи на работы, будетъ испытываться такъ же, какъ это дѣлается въ настоящее время. — Производство химическихъ изслѣдованій цемента на мѣстѣ работъ слѣдуетъ считать необязательнымъ, вслѣдствіе затруднительности оныхъ, тѣмъ болѣе, что приблизительный составъ цемента, даннаго завода, будетъ извѣстенъ изъ испытаній Лабораторіи.

Начальникъ работъ по устройству Маріупольскаго порта

*Инженеръ Лисовскій.*

По выслушаніи рапорта, причемъ было постановлено принять его въ соображеніе, г. *Предсѣдатель* предложилъ дать окончательныя заключенія по нижеслѣдующимъ возникшимъ и обсуждавшимся въ комиссіи вопросамъ:

1) Представляетъ-ли морская вода, сравнительно съ другими встрѣчающимися въ природѣ водами, по *химическимъ свойствамъ* своимъ, особо неблагоприятныя условія для долговѣчности растворовъ изъ портландскаго цемента въ сооруженіяхъ?

Комиссія выразила заключеніе, что въ русской портовой практикѣ нѣтъ данныхъ, которыя указывали-бы, что морская вода, сравнительно съ другими встрѣчающимися въ природѣ водами, можетъ считаться оказывающею особо вредныя химическія вліянія на растворы изъ *хорошаго* портландскаго цемента въ сооруженіяхъ \*).

---

\*) При этомъ слѣдуетъ замѣтить, что условія русской портовой практики, относительно употребленія портландъ-цемента въ морѣ, практики, начало которой надо считать съ 1870 г. (съ начатія новыхъ торговыхъ работъ въ Одессѣ), имѣвшей до сего времени дѣло лишь съ двумя морями (Балтійскимъ и Чернымъ), составъ воды которыхъ представляетъ значительную разницу съ океанскою водою, естественно отличается отъ практики другихъ государствъ, имѣющихъ дѣло съ океанскими водами. Такъ напр., по имѣющимся свѣдѣніямъ въ морской водѣ на 1000 частей воды количество, содержащихся въ нихъ солей составляетъ:

2) На ряду съ необходимостью хорошихъ качествъ портландскаго цемента для прочности возводимыхъ на немъ гидротехническихъ сооружений не играютъ-ли, въ этомъ отношеніи, важную роль составъ и способъ приготовленія растворовъ, а также самое производство работъ кладки?

Коммиссія выразила единогласное заключеніе, что наряду съ качествами портландскаго цемента, составъ растворовъ изъ него, способы ихъ изготовленія и употребленія въ дѣло и самое исполненіе работъ кладки оказываютъ несомнѣнно существенно важное вліяніе на прочность и долговѣчность гидротехническихъ сооружений.

3) Не нужно-ли, въ видахъ достиженія большей долговѣчности гидротехническихъ сооружений, обратить вниманіе, какъ при производствѣ работъ, такъ и при *составленіи на нихъ проектовъ и смѣтъ* не только на качества цемента, но и на надлежащій выборъ всѣхъ матерьяловъ вообще, на то, чтобы растворы изъ цемента приготовлялись надлежащимъ образомъ, въ надлежащихъ пропорціяхъ съ пескомъ, и чтобы всѣ работы исполнялись соотвѣтственно требованіямъ прочности сооружений? Какія въ этомъ отношеніи условія должны быть соблюдаемы?

Коммиссія выразила единогласное заключеніе, что, для достиженія большей долговѣчности гидротехническихъ сооружений, какъ при производствѣ работъ, такъ и при составленіи проектовъ и смѣтъ на нихъ, должно быть обращено надлежащее вниманіе на то, чтобы выборъ всѣхъ матерьяловъ, составъ растворовъ и самое исполненіе работъ

---

Въ Атлантическомъ океанѣ отъ 30° сѣв. широты до сѣверной Шотландіи	
и Ньюфаундленда . . . . .	36,9
Въ Средиземномъ морѣ близъ острова Кандіи . . . . .	39,2
Въ Балтійскомъ морѣ близъ острова Боригольма . . . . .	7,5
Въ Черномъ морѣ у южнаго берега Крыма . . . . .	15,365
Въ Одесскомъ же заливѣ, гдѣ, какъ извѣстно, существуетъ теченіе прѣсной воды изъ Днѣпровско-Бугскаго лимана, содержаніе солей должно быть значительно меньше 15 частей на 1000.	



соотвѣтствовали требованіямъ прочности сооруженій, какъ то въ общихъ чертахъ указано въ прилагаемой къ журналу комиссіи запискѣ \*) О. Г. Зброжека; при этомъ комиссія признала важнымъ обращать вниманіе на надлежащій выборъ входящихъ въ составъ сооруженій матерьяловъ и на то, чтобы для возведенія гидротехническихъ морскихъ сооруженій отнюдь не употреблять камни пористаго сложенія, мелкій песокъ, растворы и бетоны тощіе, т. е. такіе, въ которыхъ промежутки между частицами песку и между частицами каменнаго балласта не заполняются сполна цементнымъ растворомъ.

4) Необходимъ-ли контроль на заводѣ за изготовленіемъ цемента для того, *чтобы имѣть увѣренность въ надлежащихъ его качествахъ?*

Коммиссія пришла къ единогласному заключенію, что для полного убѣжденія въ надлежащихъ качествахъ порландскаго цемента, необходимъ контроль на заводѣ за его приготовленіемъ.

5) Въ какой формѣ желательно установить этотъ контроль: въ видѣ ли постояннаго надзора за производствомъ чрезъ особыхъ правительственныхъ агентовъ, или же въ видѣ внезапныхъ ревизій, производимыхъ на заводахъ правительственными агентами?

Коммиссія выразила заключеніе, что приготовленіе цемента должно быть контролируемо чрезъ правительственныхъ агентовъ на заводахъ постояннымъ надзоромъ за производствомъ *во время исполненія заводами казенныхъ заказовъ.*

6) При установленіи постояннаго надзора на заводахъ за производствомъ цемента слѣдуетъ ли допустить, и какія именно, испытанія его на мѣстѣ работъ?

*Коммиссія выразила заключеніе, что начальникъ работъ контролируетъ на мѣстѣ работъ поставляемый цементъ теми мѣрами, которыя онъ признаетъ необходимыми.*

---

\*) Приложение № 6.

7) Какимъ способомъ долженъ быть пріобрѣтаемъ цементъ для работъ при установленіи на заводѣ правительственнаго контроля: казною непосредственно или чрезъ подрядчиковъ, взявшихъ на себя производство работъ, и какъ слѣдуетъ обставить въ сихъ случаяхъ взаимныя отношенія казны и подрядчиковъ?

Коммиссія пришла къ заключенію, что казна или должна пріобрѣтать цементъ непосредственно на заводѣ, *поручая при этомъ заводу же и поставку его на мѣсто работъ*, или предоставлять подрядчику работъ пріобрѣтать цементъ на избранномъ имъ заводѣ, и, въ послѣднемъ случаѣ, казна должна установить на избранномъ подрядчикомъ заводѣ надзоръ за изготовленіемъ его заказа.

8) Въ чемъ долженъ заключаться контроль на заводѣ за изготовленіемъ цемента?

Коммиссія выразила заключеніе, что контроль на заводѣ за изготовленіемъ цемента долженъ заключаться въ наблюдении за производствомъ его и въ испытаніяхъ изготовленнаго продукта, согласно правиламъ и инструкцій, выработаннымъ въ коммиссіи.

9) Какія мѣры испытанія и пріемки должны быть приняты относительно иностранныхъ цементовъ?

Коммиссія выразила пожеланіе: 1) чтобы цементъ для казенныхъ работъ пріобрѣтался преимущественно на русскихъ (контролируемыхъ) заводахъ и 2) чтобы иностранные цементы допускались лишь въ случаѣ крайней невозможности удовлетворить потребности работъ русскими заводами. При этомъ коммиссія пришла къ заключенію: а) что поставка иностранныхъ цементовъ на мѣсто работъ должна производиться подрядчиками работъ; б) что иностранные цементы, допускаемые для казенныхъ работъ, должны подвергаться химическому анализу и, на самомъ мѣстѣ работъ, тѣмъ испытаніямъ (удѣльнаго вѣса, крупности измола, сро-

ковъ схватыванія, постоянства объема и крѣпкости), которыя установлены для испытанія русскихъ цементовъ на заводахъ, и с) что для сихъ испытаній поставка иностранныхъ цементовъ должна раздѣляться на партіи въ 500 бочекъ и изъ каждой партіи должна браться смѣшанная проба изъ 3-хъ бочекъ, причемъ вѣсъ бочекъ съ цементомъ не долженъ быть менѣе нормальнаго.

Въ заключеніе комиссія единогласно высказала мнѣніе, что выработанныя ею техническія условія для пріемки и испытанія портландъ-цементовъ для *портовыхъ работъ* вполнѣ пригодны для всѣхъ вообще работъ по Вѣдомству Путей Сообщенія, какъ-то: для желѣзныхъ дорогъ, мостовъ, внутреннихъ водяныхъ сообщеній, водоснабженія и проч. Въ то же время комиссія, вполнѣ соглашаясь съ заявленіемъ д-ра Ливена о необходимости, для огражденія русской цементной промышленности, сношенія и съ М-вомъ финансовъ о томъ, чтобы на таможенныхъ иностранныхъ цементъ пропускался не иначе, какъ въ бочкахъ, содержащихъ цемента не менѣе 10 пудовъ netto, постановила занести это заявленіе въ протоколъ, выражая желаніе о ходатайствѣ въ этомъ смыслѣ чрезъ г. Министра Путей Сообщенія.

Къ сему четвертому протоколу относятся слѣдующія приложенія:

№ 11. Таблица состава бетона съ расчетомъ количества щебня, песка и цемента на 1 куб. саж. бетона.

№ 12. Таблица вѣса 1 куб. фута цемента.

№ 13. *Техническія условія пріемки портландъ-цемента для портовыхъ работъ*, съ двумя приложеніями:

Приложеніе 1. Инструкція для производства испытаній портландъ-цементовъ.

Приложеніе 2. Инструкція для техническаго надзора на заводѣ за приготовленіемъ портландъ-цемента.



# ПРИЛОЖЕНІЯ.

## № 1.

### О ТЕХНИЧЕСКО-ИНСПЕКТОРСКОМУ КОМИТЕТУ ЖЕЛ. ДОРОГЪ.

---

#### **Циркуляръ инспекторамъ желѣзныхъ дорогъ, правленіямъ желѣзнодорожныхъ обществъ и управляющимъ желѣзными дорогами, отъ 7 октября 1881 г. № 11.428.**

о нормальныхъ условіяхъ по пріемкѣ и испытанію портландскихъ цементовъ.

Въ видахъ возможно большаго распространенія русскихъ цементовъ, въ концѣ 1879 года при техническо-инспекторскомъ комитетѣ желѣзныхъ дорогъ была образована, подъ предсѣдательствомъ ординарнаго профессора института инженеровъ путей сообщенія Императора Александра I-го Н. А. Бѣлелобскаго, особая коммиссія, которой и было поручено выработать нормальныя условія по пріемкѣ и испытанію цементовъ.

Въ настоящее время коммиссія составила прилагаемыя при семь нормальныя условія, которыя утверждены Господиномъ Министромъ по докладу техническо-инспекторскаго комитета желѣзныхъ дорогъ отъ 19 августа 1881 г. № 1.028, въ видѣ опыта, на три года, и сообщаются, какъ правленіямъ желѣзнодорожныхъ обществъ, такъ и инспекторамъ дорогъ, къ свѣдѣнію и надлежащему руководству.

Подписаль: И. д. завѣдывающаго техническою  
и инспекторскою частями *Журавскій*.

Скрѣпилъ: Дѣлопроизводитель, инженеръ *Деминъ*.

ПОСТАНОВЛЕНІЕ ШІ.

3) Цементъ въ видѣ лепешки, затворенной на стеклѣ, будучи погруженъ въ воду, спустя нѣкоторое время послѣ схватыванія, долженъ и послѣ долгаго времени — чрезъ 28 дней — не обнаруживать какихъ-либо искривленій или трещинокъ по краямъ.

ПОСТАНОВЛЕНІЕ ІV.

4) Портландскій цементъ долженъ быть *измолотъ возможно мельче*.

При просѣиваніи чрезъ сито въ 900 отверстій на квадрат. сант. \*), на послѣднемъ должно оставаться ни въ какомъ случаѣ *не болѣе 20%*.

ПОСТАНОВЛЕНІЕ V.

5) *Сила сжатія* портландскаго цемента опредѣляется испытаніемъ *на разрывъ* смѣси изъ цемента и песка чрезъ 7 и 28 дней послѣ затворенія, а также чистаго цемента чрезъ 7 дней.

Испытанія должны производиться посредствомъ одинаковыхъ приборовъ, надъ образцами одинаковаго сѣченія и приготовленными однообразнымъ способомъ.

Песокъ для нормальныхъ испытаній берется *нормальный*, приготовляемый изъ натурального кварцеваго песка просѣвкой его чрезъ сито опредѣленной густоты и промывкою.

Сѣченіе образцовъ въ мѣстѣ разрыва — 5 кв. сант. \*\*).

Всѣ пропорціи для изготовленія образцовъ берутся по вѣсу.

ПОСТАНОВЛЕНІЕ VI.

6) *Смѣсь* изъ 1 части цемента и 3 частей нормальнаго песка должна давать чрезъ 28 дней *наименьшее* сопротивленіе *разрыву* 8 килл. на квадрат. сант. или 3,15 пуд. на квадрат. дюймъ.

Употребляемый для приготовленія образцовъ *нормальный песокъ* готовится такъ: природный песокъ просѣивается сквозь сита,

\*) Т. е. 5.807 на кв. дюйм.

\*\*) Т. е. 0,775 кв. дюйм.

## Нормальныя условія для поставки и пріемки портландскихъ цементовъ.

### Постановленіе I.

1) Желательно, чтобы бочки съ поставляемымъ на строительныя работы цементомъ имѣли однообразный вѣсъ, который предлагается въ 180 килл. или 11 пуд. brutto и 170 килл. или  $10\frac{1}{2}$  пуд. netto. На бочкахъ требуется ясное обозначеніе фирмы завода и вѣса бочки brutto и netto.

Убыль цемента отъ раструски или разницы въ насыпкѣ въ бочки допускается не свыше 2%.

Поступленіе цемента въ продажу не исключается и въ мѣшкахъ, на которыхъ также должны быть ясно обозначены фирма завода и вѣсъ брутто, при чемъ рекомендуется вѣсъ мѣшковъ въ 60 килл. или  $3\frac{1}{2}$  пуд. (brutto), равный  $\frac{1}{3}$  вѣса бочки съ цементомъ.

### Постановленіе II.

Цементъ, изготовляемый для работъ, долженъ быть всегда *медленно твердьющій*, въ виду болѣе легкаго и надежнаго употребленія его въ дѣло, а также вслѣдствіе того, что онъ обладаетъ болѣею силою спѣшенія.

Цементъ считается *медленно твердьющимъ* тотъ, который схватывается не раньше  $\frac{3}{4}$  часа послѣ затворенія его.

Портландскій цементъ схватывается тѣмъ медленнѣе, чѣмъ ниже температура, а потому, во избѣжаніе недоразумѣній, слѣдуетъ всѣ испытанія производить въ помѣщеніи съ однообразной температурой отъ 15° до 8°, Ц. (2—14 P.), употребляя воду комнатной температуры.

Во время схватыванія *медленно твердьющаго цемента* температура повышается несущественно, между тѣмъ какъ *быстро твердьющій* цементъ можетъ дать значительное возвышеніе температуры.

Проба на схватываніе дѣлается надъ лепешкой изъ чистаго цемента, изготовленной на стеклянной плиткѣ; причемъ, спустя вышеуказанный срокъ, она должна настолько затвердѣвать, что не будетъ получаться впечатлѣнія при легкомъ нажатіи ногтемъ или не будетъ выступать вода, когда будемъ слегка тереть поверхность лепешки.

имѣющія 64,121 и 225 отвер. на квадр. сант. \*), причѣмъ части, остающіяся на ситѣ въ 64 отв. и прошедшія чрезъ сито въ 225 отв., отбрасываются, а остатки на ситахъ въ 121 и 225 отв. смѣшиваются поровну и эта смѣсь образуетъ нормальный песокъ.

Воды для приготовленія цементнаго раствора берется 50% отъ вѣса цемента, или  $12\frac{1}{2}\%$  отъ вѣса сухой смѣси изъ цемента и песку, если заводчикъ не заявитъ съ своей стороны о количествѣ воды, наиболѣе пригодномъ, по его мнѣнію, для его цемента.

7) Для контроля болѣе равномернаго качества отдѣльныхъ поставокъ цемента одного и того же завода, дѣлается также испытаніе *чистаго цемента*.

При выборѣ цементовъ для работъ, той фирмѣ отдается предпочтеніе, которой цементъ, при всѣхъ другихъ одинаковыхъ условіяхъ, даетъ большее сопротивленіе разрыву черезъ 7 дней при испытаніи его въ *чистомъ видѣ*.

Сопротивленіе чистаго цемента черезъ 7 дней должно быть *отъ 21 до 25 килл. на кв. сант.* ( $8_{,27}$  —  $9_{,85}$  пуд. на кв. дюм.). Для приготовленія образцовъ изъ чистаго цемента берется воды  $\frac{1}{3}$  отъ вѣса цемента (при всасывающемъ способѣ изготовленія образцовъ).

8) Образцы для пробъ должны оставаться на воздухѣ въ теченіи первыхъ 24 часовъ послѣ приготовленія ихъ, а потомъ, до самаго момента испытанія ихъ, сохраняются въ водѣ.

При каждомъ срокѣ испытанія результатъ берется для цемента фирмы, вновь испытываемой, изъ 10 разрывовъ, для известной же фирмы не менѣе, какъ изъ 5 разрывовъ.

9) При лабораторномъ опредѣленіи нормальности какого-либо цемента одновременно съ испытаніями, изложенными въ постановленіи VI, дѣлается еще испытаніе раствора черезъ 7 дней и выводится отношеніе сопротивленія раствора черезъ 7 дней къ сопротивленію раствора черезъ 28 дней, что слѣдуетъ знать при краткосрочныхъ контрольныхъ испытаніяхъ. Отъ раствора, дающаго черезъ 28 дней сопротивленіе 8 килл. на кв. сант. ( $3_{15}$  пуд. на кв. дюм.), слѣдуетъ ожидать черезъ 7 дней никакъ не менѣе 5 килл. на кв. сант. ( $1_{,97}$  пуд. на кв. дюм.).

---

\*) Т. е. 413,780 и 1452 отвер. на кв. дюйм.



Постановленіе VII.

10) Всѣ испытанія, поименованныя въ предъидущихъ параграфахъ, опредѣляютъ *нормальность* цемента той или другой фирмы.

Для цемента *испытанной фирмы* допускаются, въ виду ускоренія дѣла (особенно на мѣстѣ работъ), *контрольныя* испытанія, заключающіяся въ опредѣленіи:

а) срока схватыванія;

б) свойства плитокъ, залитыхъ изъ чистаго цемента, необнаруживать трещинокъ и искривленій въ теченіи 7 дней;

в) измола цемента;

г) сопротивленія разрыву черезъ 7 дней, причемъ цементъ испытывается, какъ въ смѣси съ пескомъ, такъ и въ чистомъ видѣ. Сопротивленіе раствора изъ 1 части цемента и 3 частей нормальнаго песку черезъ 7 дней послѣ затворенія должно быть *никакъ не меньше 6 килл. на кв. сант.* (2,36 пуд. на кв. дм.). Если цементъ изъ четырехъ пунктовъ контрольныхъ испытаній а — г не удовлетворяетъ только пункту г, то пробы могутъ быть оставлены до 28-дневнаго срока, подчиняясь тогда требованіямъ, изложеннымъ въ постановленіи VI.

**Поясненія къ нормальнымъ условіямъ поставки и пріемки  
портландскихъ цементовъ.**

Къ постановленію I.

11) Предлагаемое введеніе однообразнаго вѣса бочекъ основывается на возможно большемъ соблюденіи интересовъ потребителей, главнымъ образомъ, въ виду того, что цѣна цемента обыкновенно назначается съ бочки. Вѣсъ бочки въ 180 кил.=400 англійскимъ фунтамъ=11 пудамъ, предполагаемый въ настоящихъ нормальныхъ условіяхъ, наиболѣе соотвѣтствуетъ вѣсу, принятому въ международной торговлѣ.

Поставка цемента на работы въ мѣшкахъ, вообще, признается неудобною, за исключеніемъ потребленія цемента на мѣстѣ производства его, а также въ мѣстахъ, связанныхъ съ мѣстомъ производства удобнымъ способомъ доставки.

Къ постановленію II.

12) Придать цементу свойство схватываться не ранѣе извѣстнаго времени находится въ рукахъ завода, такъ какъ это условіе главнымъ образомъ зависитъ отъ выбора составныхъ частей для цемента и отъ хода обжига.

Для опредѣленія срока схватыванія, затворяется изъ чистаго цемента довольно густое тѣсто, которое наливается на стеклянную плитку въ видѣ лепешки, толщиною въ серединѣ до 1,5 сант. ( $\frac{2}{3}$  дм.) и утоняющейся къ краямъ на нѣтъ; воды берется  $\frac{1}{3}$  отъ вѣса цемента.

При опредѣленіи срока схватыванія, желательно обозначать продолжительность пребыванія цемента въ складѣ.

Хотя цементъ, схватывающійся черезъ полчаса, можетъ уже обладать свойствами медленно твердѣющаго цемента, но въ виду нѣкотораго затрудненія точно замѣчать моментъ схватыванія и желаемаго перехода къ сроку схватыванія въ одинъ часъ, послѣ пробныхъ лѣтъ существованія нормальныхъ условій, наименьшій срокъ схватыванія назначается въ *три четверти часа*.

*Примѣчаніе.* Если при удовлетвореніи всѣмъ постановленіямъ настоящихъ условій, цементъ схватывается ранѣе  $\frac{3}{4}$  часа, но никакъ не ранѣе 30 минутъ, то приѣмка такого цемента допускается, но предпочтеніе отдается цементу, позже сватывающемуся.

Къ постановленію III.

13) Появленіе трещинокъ въ ребрахъ лепешки, а также искривленій, указываетъ на одновременность процессовъ образованія силикатовъ въ цементномъ тѣстѣ, а также на присутствіе свободной извести, имѣющее послѣдствіемъ уменьшеніе сопротивленія уже затвердѣвшаго цемента.

Для испытанія по постановленію III лепешка погружается въ воду *черезъ часъ* послѣ наступленія схватыванія.

Недостатокъ въ цементѣ, изложенный въ постановленіи III, можетъ обнаружиться уже черезъ 7 дней послѣ затворенія и даже ранѣе.

Портландскій цементъ, выдержанный въ складѣ отъ 1,5 до 2 мѣсяцевъ (безъ доступа сырости), предпочтительнѣе употреблять, чѣмъ свѣжій, только что изготовленный.

14) Приводимъ еще одну пробу по настоящему постановленію:

густое тѣсто изъ чистаго цемента наливается въ видѣ лепешки, утоняющейся къ краямъ, на черепицу или кирпичъ, пропитанную водою и высушенную затѣмъ съ наружной стороны. Лепешка, опущенная въ воду, по предъидущему, послѣ схватыванія не должна отдѣляться отъ черепицы и не показывать никакихъ искривленій или трещинокъ въ ребрахъ.

По постановленію IV.

15) Такъ какъ цементъ употребляется почти исключительно въ смѣси съ пескомъ, даже часто съ значительнымъ содержаніемъ послѣдняго, и какъ, съ другой стороны, чѣмъ мельче измолоть цементъ, тѣмъ сопротивленіе раствора выше (ибо тѣмъ больше частицъ цемента вступаетъ во взаимодѣйствіе съ пескомъ), то возможно мелкій измоль цемента имѣеть серьезное значеніе для силы сдѣвленія цемента съ пескомъ.

Просѣвка цементовъ русскихъ и иностранныхъ, произведенная въ лабораторіи института инженеровъ путей сообщенія, показала, что, при настоящемъ состояніи цементнаго производства, можно рѣшительно требовать, чтобы остатокъ на ситѣ въ 900 отверст. получался никакъ не болѣе 20%, такъ какъ большинство хорошихъ цементовъ даетъ остатокъ не свыше 15%.

Къ постановленію V\*).

16) Лучшею пробою для портландскаго цемента служить испытаніе его на дѣйствіе механическихъ усилій съ опредѣленіемъ сопротивленія его раздробленію или разрыву. Хотя въ практикѣ цементъ почти исключительно подвергается сжатію, но въ виду дороговизны приборовъ, необходимыхъ для производства опытовъ этого рода, и большой затруднительности послѣднихъ, предпочитается довольствоваться опытами на разрывъ, тѣмъ болѣе, что опыты указываютъ на существованіе почти постояннаго отношенія между сопротивленіемъ разрыву и раздробленію (около  $\frac{1}{7}$ — $\frac{1}{8}$ ).

---

\*) Для опытовъ на разрывъ предлагается пользоваться приборомъ В. Михаэлиса (Berlin, Friedenstrasse 15), имѣющимъ при себѣ и всѣ приспособленія для приготовления образцовъ.

Къ постановленію VI.

17) Хотя качество цементнаго раствора находится въ зависимости отъ свойствъ самого цемента и его измола, но рѣшающимъ въ настоящемъ случаѣ должно быть сопротивленіе раствора или смѣси изъ *цемента и песка*, такъ какъ по сопротивленію чистаго цемента нельзя дѣлать вѣрныхъ заключеній о силѣ сцѣпленія цемента съ пескомъ. Въ виду возможно большей правильности заключеній берется смѣсь съ большимъ содержаніемъ песка, а именно изъ 1-й части цемента и 3-хъ частей (нормальнаго) песка по вѣсу.

Семидневное испытаніе цементнаго раствора не даетъ еще опредѣленнаго заключенія о силѣ сцѣпленія цемента той или другой фирмы съ пескомъ, такъ какъ можетъ случиться, что цементы, имѣющіе меньшее сопротивленіе, черезъ 7 дней превзойдутъ другіе цементы сопротивленіемъ черезъ 28 дней.

Наконецъ, указаніе на полезность производить испытаніе и чистаго цемента основывается на томъ, чтобы побудить заводчиковъ къ производству самаго цемента возможно лучшаго достоинства, такъ какъ замѣчено, что можно до нѣкоторой степени увеличивать силу сцѣпленія цементовъ относительно худшихъ большею мелкостью измола.

Въ случаѣ заготовки нормальнаго песка для цѣлаго ряда затвореній, слѣдуетъ по временамъ пропускать его вновь сквозь сито.

Воду, въ которой лежатъ образцы, необходимо чаще мѣнять.

Къ постановленію VII.

18) Результаты опытовъ показали, что при контрольныхъ испытаніяхъ нельзя довольствоваться опредѣленіемъ только измола и сопротивленія чистаго цемента черезъ 7 дней, а потому предписывается и испытаніе смѣси изъ цемента и песку, въ пропорціи 3 части нормальнаго песка на 1 часть цемента.

Сопротивленіе смѣси черезъ 7 дней при контрольномъ испытаніи назначается въ  $\frac{3}{4}$  отъ сопротивленія ея же черезъ 28 дней, ибо выяснилось, что нельзя ожидать нормальнаго сопротивленія смѣси послѣ 28 дней, если не получимъ сопротивленія ея черезъ 7 дней отъ  $\frac{2}{3}$  до  $\frac{3}{4}$  перваго.

*Примѣчаніе.* Настоящія нормальныя условія, а также способы изготовленія образцовъ, изложенныя въ § 19, состав-

лены цементною комиссією \*), образованною при министерствѣ путей сообщенія, причѣмъ приняты были во вниманіе, какъ нормы, выработанныя въ Германіи, Австріи и Швеціи, такъ и результаты опытовъ, произведенныхъ надъ цементами въ механической лабораторіи института инженеровъ путей сообщенія Императора Александра I.

### Наставленіе для приготовленія образцовъ для испытанія.

19) Образцы для испытанія цементовъ должны готовиться, по возможности, однообразнымъ способомъ, на основаніи извѣстныхъ установленныхъ правилъ, соответствующихъ принятымъ въ нормальныхъ условіяхъ численнымъ величинамъ сопротивленія разрыву.

*а) Приготовленіе образцовъ изъ раствора въ смѣси 1 части цемента и 3-хъ частей (по вѣсу) песку.*

Отвѣшанные цементъ и песокъ, въ отношеніи 1 части къ 3-мъ частямъ, перемѣшиваются тщательно въ чашкѣ; затѣмъ прибавляютъ воды  $12\frac{1}{2}\%$  по вѣсу отъ сухой смѣси и перерабатываютъ массу до тѣхъ поръ, пока она не получится совершенно однородною. Въ такомъ состояніи масса представляетъ очень густой растворъ, похожій съ виду на свѣже вырытую землю и позволяющій дѣлать комки руками. Въ формы (хорошо вычищенные и слегка смоченныя водою), расположенныя на металлической или мраморной доскѣ, накладываютъ растворъ сразу съ излишкомъ такъ, чтобы онъ значительно возвышался надъ формами. Затѣмъ желѣзною лопаткою вѣсомъ 4—5 фунт. (150—200 грамм.) сначала слабо, потомъ сильнѣе вколачиваютъ растворъ въ формы обязательно до тѣхъ поръ, пока растворъ не получитъ эластичности, и на поверхности его не покажется вода. Тогда срѣзаютъ излишекъ и выглаживаютъ формы ножомъ, а когда образцы достаточно затвердѣютъ, освобождаютъ ихъ изъ формъ, выпуская на гипсовую дочку съ прокладкой сыроватой пропускной бумаги.

Добавленіе въ формы и вторичное вколачиваніе не допускается во избѣжаніе неодинаковой плотности образцовъ.

---

\*) Изъ инженеровъ: А. В. Барминскаго, Н. А. Бѣлелюбскаго, А. В. Бѣлинскаго, Ѳ. Г. Зброжека, А. Р. Шуляченко и М. П. Исюковича.

*б) Приготовление образцовъ изъ чистаго цемента по водопоглощающему способу.*

Массою, приготовленную изъ чистаго цемента и  $\frac{1}{3}$  воды (по вѣсу), наполняютъ формы, расположенныя на пористой, хорошо всасывающей подкладкѣ—лучше всего на гипсовой доскѣ—подложивъ подъ формы сыроватую пропускную бумагу, и затѣмъ, поколачивая слегка деревяннымъ молоточкомъ или двигая доску взадъ и впередъ, приводимъ массу въ движеніе, заставляя ее черезъ то совершеннѣе заполнить формы. Съ этою же цѣлью, раньше чѣмъ масса, наполняющая формы, затвердѣетъ, формы переворачиваютъ такъ, чтобы растворъ, расположившійся внизу, находился наверху, затѣмъ встряхнувъ слегка формы и чрезъ то возстановивъ влажность на поверхности налитой массы, добавляют, немного раствора и затѣмъ опять слегка ударяютъ форму.

Какъ только свѣтлая вода съ поверхности исчезнетъ, снимаютъ излишекъ прямымъ гибкимъ ножемъ, поколачиваютъ форму со всѣхъ сторонъ, поднимаютъ ее вертикально и освобождаютъ отъ цементнаго образца. Спустя немного времени, можно, освободивъ образцы отъ пропускной бумаги, переложить ихъ на стеклянную или мраморную доску.

Особенно важно, при изготовленіи образцовъ изъ чистаго цемента, наблюдать, чтобы гипсовые доски вполнѣ хорошо поглощали воду, тщательно ихъ вычищать, высушивать и замѣнять своевременно новыми, чѣмъ предупреждается возможность осѣданія образцовъ.

*Примѣчаніе.* Если пожелаютъ готовить образцы изъ чистаго цемента на непоглащающей подкладкѣ, то берутъ воды отъ 25 до 30%, и приготовленнымъ растворомъ наполняютъ формы, расположенныя на мраморной доскѣ съ прокладкою пропускной бумаги; послѣ поколачиванья формъ, для удаленія пузырьковъ воздуха и предупрежденія пустотъ въ массѣ, срѣзаютъ излишекъ раствора и осторожно освобождаютъ образцы изъ формъ.

Замѣтимъ при этомъ, что въ нормальныхъ условіяхъ предполагается приготовленіе образцовъ изъ чистаго цемента по водопоглощающему способу.



## № 2.

# О ЗАГОТОВЛЕНИИ И ИСПЫТАНИЯХЪ ПОРТЛАНДСКИХЪ ЦЕМЕНТОВЪ ДЛЯ ПОРТОВЫХЪ РАБОТЪ ВО ФРАНЦІИ.

### СО Д Е Р Ж А Н І Е:

§ 1. Общія указанія. — § 2. Контроль надъ производствомъ на заводѣ и пр. —  
§ 2. Доставка цемента къ мѣсту работъ и поступленіе въ склады управленія. —  
§ 4. Испытаніе. — § 5. Временная и окончательная приемка цемента. Выдача его  
изъ складовъ для работъ. — § 6. Удаленіе забракованнаго цемента изъ рабочаго  
склада. Возвратъ мѣшковъ. — § 7. Заключенія.

### § 1. Общія указанія.

Какъ извѣстно, портландскій цементъ находитъ себѣ все большее и большее примѣненіе въ нашихъ портовыхъ работахъ и становится постепенно матеріаломъ, безъ котораго вскорѣ совершенно нельзя будетъ обойтись. Хотя у насъ и рѣдки еще постройки сплошныхъ сооружений изъ литаго бетона и мы до сихъ поръ не имѣемъ примѣровъ устройства подобныхъ моловъ, тѣмъ не менѣе употребленіе цементныхъ массивовъ стало въ нашихъ южныхъ портахъ дѣломъ обыкновеннымъ и въ послѣднее время уже нашло себѣ примѣненіе и въ Балтійскомъ (Либавскій портъ). При такихъ условіяхъ возбужденный нынѣ г. Вице-предсѣдателемъ Коммиссіи по устройству коммерческихъ портовъ, тайн. сов. М. Н. Герсевановымъ, вопросъ объ урегулированіи поставокъ и приѣмокъ цементовъ для портовымъ ра-

боть представляет весьма большую важность. Тѣ или другія качества и особенности цемента имѣютъ огромное вліяніе на прочность и долговѣчность морскихъ сооруженій, въ которыхъ онъ входитъ какъ существенный элементъ. Задача, весьма и весьма трудная, опредѣленія пригодности цемента для портовыхъ цѣлей разрѣшалась до сихъ поръ обыкновенно путемъ испытаній цемента, въ которыхъ преимущественное значеніе имѣютъ опредѣленіе сопротивленія разрыву образцовъ цемента и смѣси его съ пескомъ и изслѣдованіе цементной плоской лепешки, погруженной въ воду (даетъ-ли она при твердѣніи трещины и искривленія или нѣтъ). Цѣлый рядъ болѣе или менѣе значительныхъ несчастій, случившихся съ портовыми сооружениями въ западной Европѣ и имѣвшихъ своей причиной разложеніе и разрушеніе въ нихъ цементнаго раствора, привелъ однако къ убѣжденію, что на приведенныя выше испытанія цемента полагаться нельзя, и французскіе правительственные инженеры, по всестороннемъ обсужденіи вопроса, пришли къ заключенію, что средства обезпеченія надлежащихъ качествъ цементу нужно искать не только въ контрольныхъ испытаніяхъ, но въ значительной степени въ надлежащемъ надзорѣ за всѣми операціями производства и поставки его. Этотъ взглядъ былъ проведенъ ими въ жизнь и получилъ уже силу закона.

По установленнымъ для новѣйшихъ портовыхъ работъ правиламъ цементъ поставляется не подрядчикомъ-строителемъ, а заводомъ, по непосредственно заключенному имъ, на основаніи торговъ, съ правительствомъ контракту, причемъ правительство въ лицѣ своихъ агентовъ слѣдитъ за всѣми операціями производства и пр. Этотъ надзоръ нисколько не исключаетъ однако тщательныхъ изслѣдованій поставляемаго цемента предъ его употребленіемъ въ дѣло.

Изложеніе основаній этихъ новѣйшихъ французскихъ постановленій по вопросу о заготовкѣ и испытаніяхъ цементовъ для портовыхъ работъ съ соответствующими выводами и заключеніями и составляетъ предметъ настоящей замѣтки \*).

---

\*) Настоящая замѣтка составлена мной на основаніи документальныхъ свѣдѣній, полученныхъ отъ французскихъ портовыхъ инженеровъ при посѣщеніи портовъ Ламанша.

Краткое изложеніе описываемыхъ условій см. въ сочиненіи профессора Бѣлюбскаго „Лабораторія Института инженеровъ путей сообщенія“, приложение къ Журналу Министерства путей сообщенія 1886 г.



## § 2. Контроль надъ производствомъ на заводѣ и пр.

Управленію работъ предоставляется право контролировать по своему усмотрѣнію правильность производства предназначаемаго для него цемента на заводѣ, храненія его въ заводскихъ складахъ, упаковки и доставки къ мѣсту работъ.

Для осуществленія этой цѣли инженеръ управленія работъ или его уполномоченный имѣетъ право посѣщать во всякое время части завода, предназначенныя для поставляемаго цемента и можетъ далѣе:

- 1) принимать всѣ мѣры, какія найдетъ необходимыми для изслѣдованія состава сыраго тѣста, предназначеннаго для цемента,
- 2) провѣрять сортировку матеріала по обжиганію,
- 3) слѣдить за всѣми операціями отъ сортировки продуктовъ обжига до укладки готоваго цемента въ склады,
- 4) провѣрять укупорку цемента при выпускѣ изъ склада и отправку его,
- 5) назначить на заводѣ постоянныхъ агентовъ для цѣлей надзора.

Если заводской надзоръ обнаруживаетъ въ фабрикаціи цемента неправильности или несовершенства, внушающія опасенія относительно достоинствъ продукта, то вся соотвѣтствующая партія объявляется подозрительной и должна быть подвергнута въ лабораторіи управленія трехмѣсячнымъ испытаніямъ, до окончанія коихъ она хранится въ складахъ завода, но подъ замкомъ управленія работъ. Заводу предоставляется отказаться отъ поставки партій, объявленной подозрительной, и тѣмъ освободить себя отъ необходимости продолжительнаго храненія.

## § 3. Доставка цемента къ мѣсту работъ и поступленіе въ склады управленія.

Въ зависимости отъ дѣйствительной потребности въ цементѣ на работахъ, заводъ по ордерамъ инженера управленія обязанъ доставлять цементъ изъ своихъ складовъ въ склады управленія, находящіеся на мѣстѣ работъ. Склады эти, устроенные управленіемъ работъ, передаются имъ безвозмездно въ распоряженіе завода, и храненіе цемента совершается въ нихъ подъ отвѣтственностью сего послѣдняго, какъ по отношенію къ количеству, такъ и къ качеству продукта.

Въ случаѣ, если бы подрядчикомъ, т. е. заводомъ, не были приняты своевременно всѣ надлежащія мѣры, то инженеръ управленія послѣ понудительнаго, срочнаго въ 24 часа наряда принимаетъ эти мѣры лично и производитъ нужныя работы, все за счетъ подрядчика. Управленіе работъ ни въ какомъ случаѣ не отвѣчаетъ за хранящійся въ складѣ цементъ. Цементъ доставляется въ рабочіе склады въ мѣшкахъ, вмѣщающихъ ровно 50 киллограммовъ цемента. Мѣшки должны быть спиты внутреннимъ швомъ и запломбированы пломбой управленія работъ. Въ моментъ доставки они не должны имѣть поврежденій. Цементъ, доставленный въ поврежденныхъ или недостаточно прочныхъ мѣшкахъ, не принимается. Немедленно по прибытіи каждой партіи накладныхъ, до разгрузки, сообщаются инженеру управленія, который дѣлаетъ распоряженіе о досмотрѣ и помѣщеніи цемента въ складъ. При досмотрѣ обращается особенное вниманіе на то, чтобы цементъ былъ вполне сухъ. Каждый мѣшокъ, подвергшійся дѣйствию сырости и содержащій не безукоризненный порошокобразный цементъ, безусловно бракуется и не допускается въ складъ. Такимъ образомъ въ рабочій складъ можетъ поступить только цементъ вполне сухой и доставленный въ прочныхъ и цѣлыхъ оболочкахъ. Этотъ цементъ взвѣшивается вмѣстѣ съ мѣшками въ моментъ поступленія въ складъ. Затѣмъ въ послѣдствіи, по мѣрѣ возвращенія съ работъ пустыхъ мѣшковъ, они тоже взвѣшиваются для опредѣленія тары. На основаніи этихъ взвѣшиваній, которыя дѣлаются въ присутствіи агентовъ управленія и завода и заносятся въ отчетныя книжки первыхъ (*carnets d'attachelements*), и актовъ пріемки или браковки, опредѣляется въ послѣдствіи точный чистый вѣсъ принятаго окончательно отъ завода цемента и составляется расчетъ.

Принятые въ склады мѣшки съ цементомъ укладываются въ штабеля, причемъ въ каждомъ долженъ быть цементъ только одной партіи. Штабеля должны быть легко доступны со всѣхъ сторонъ и снабжены ярлыками съ указаніемъ ихъ содержанія, удостовереннымъ инженеромъ управленія. Размѣры и распределеніе штабелей опредѣляются инженеромъ управленія.

Всѣ расходы по укладкѣ, передвиженію, взвѣшиванію и пр. мѣшковъ, какъ полныхъ, такъ и пустыхъ, производятся подрядчиками на свой счетъ.

Храненіе цемента въ рабочемъ складѣ производится, какъ сказано, подъ исключительной отвѣтственностью поставляющаго завода, но агенты управленія работъ имѣютъ право постояннаго посѣщенія склада во всякое время. Заводу предоставляется право имѣть въ складѣ акредитованнаго письменной довѣренностью агента для присутствія при пріемкѣ и испытаніяхъ, производимыхъ агентами управленія. Время, когда имѣютъ быть произведены операціи для каждой партіи, сообщается заводу по крайней мѣрѣ за часъ впередъ.

Отсутствіе агента завода, увѣдомленнаго своевременно, не можетъ, однако, быть причиною непроизводства или замедленія въ производствѣ пріемочныхъ и испытательныхъ операцій. Агенты управленія производятъ таковыя и въ отсутствіи агента завода, причемъ оказавшіеся результаты почитаются равносильными тѣмъ, кои были бы получены при совмѣстныхъ дѣйствіяхъ.

#### § 4. Испытанія.

Часть партіи цемента, удовлетворяющая условію сухости и принятая въ рабочій складъ, подвергается ряду испытаній, имѣющихъ цѣлью опредѣлить:

- а) плотность цемента,
- б) химическій составъ его,
- в) время схватыванія,
- г) отсутствіе или присутствіе трещинъ и искривленій послѣ схватыванія,
- д) сопротивленіе чпстаго цемента и
- е) сопротивленіе образцовъ изъ смѣси цемента съ нормальнымъ пескомъ.

Продолжительность этихъ испытаній опредѣляется въ 28 дней для партіи цемента, которая ни при производствѣ на заводѣ, ни при испытаніяхъ не будетъ объявлена подозрительной. Для подозрительныхъ партій она опредѣляется въ 84 дня. Причины объявленія партіи подозрительной, кромѣ приведенной выше — несовершенства фабрикаціи, будутъ указаны ниже.

Для производства испытаній, въ присутствіи и по указанію инженера управленія работъ или его уполномоченнаго, вынимается изъ нѣсколькихъ мѣшковъ съ разной глубины цементъ, причемъ пробы изъ отдѣльныхъ мѣшковъ не смѣшиваются между собой. Каждая изъ

такихъ пробъ отдѣльно должна удовлетворять всѣмъ нижеприведеннымъ условіямъ, но для характеристики всей партіи и опредѣленія дальнѣйшихъ мѣръ по отношенію къ ней принимаются въ расчетъ результаты, данные наименѣе удовлетворительной пробой.

Подрядчикъ или его представитель, присутствуя при опытахъ, имѣютъ право, въ случаѣ, если какая либо изъ операций покажется имъ исполненной неудовлетворительно, удостовѣрить это совмѣстнымъ съ агентомъ управленія засвидѣтельствомъ и немедленно донести о такомъ упущеніи инженеру управленія; если же заводъ не воспользуется этимъ правомъ, то никакія позднѣйшія заявленія не принимаются, и операція принимается въ расчетъ, хотя бы она и дала наиболѣе плохіе результаты.

а) *Плотность цемента.*

Для опредѣленія плотности цемента находятъ вѣсъ одного литра мелкой пыли, проходящей сквозь сито съ 5000 отверстіями на квадратномъ сантиметрѣ и не сжатой. Этотъ вѣсъ долженъ быть по крайней мѣрѣ равенъ нѣкоторому минимуму, опредѣляемому для каждаго завода по нижеуказанному правилу, въ противномъ случаѣ партія объявляется подозрительной. Обязательный минимумъ вѣса опредѣляется путемъ взвѣшиванія цемента, изготовленнаго изъ тѣста нормальнаго (по заявленію завода) состава, при условіи отсортировки продуктовъ обжига подъ непосредственнымъ надзоромъ инженера управленія. По его указанію при разсортировкѣ готовой печи отбираются куски обожженнаго тѣста, имѣющіе цвѣтъ черный, черно-синеватый или черно-зеленоватый. Эти куски измельчаются такъ-чтобы оставлять на сѣтѣ въ 5000 отверстій на квадратномъ сантиметрѣ 20—25% остатка. Вѣсъ литра пыли, проходящей сквозь это сито и несжатой, уменьшенный на 100 граммовъ, и принимается за обязательный минимумъ для всѣхъ поставокъ завода.

Чтобы достигнуть возможнаго однообразія въ характерѣ получаемыхъ результатовъ и сдѣлать ихъ удобосравнимыми, самое наполненіе сосуда объемомъ въ одинъ литръ цементной пылью производится слѣдующимъ образомъ. Мѣра въ одинъ литръ, въ формѣ кубическаго ящика, устанавливается на прочной поставкѣ; за нимъ устанавливается цинковый листъ, имѣющій 50 сантиметровъ въ длину и наклоненный подъ угломъ въ 45°, причемъ нижній край листа возвы-

пается на одинъ сантиметръ надъ мѣрой; далѣе ложкой осторожно насыпають цементъ на верхній край наклонной плоскости до наполненія мѣры и снимають пзлпшекъ прямой линейкой, строго наблюдая, чтобы не было никакихъ сотрясеній и ударовъ. Вѣсъ одного литра опредѣляется общимъ взвѣшиваніемъ 5 такихъ мѣръ, наполненныхъ съ указанными предосторожностями.

б) *Химическій составъ.*

При изслѣдованіи химическаго состава обращается прежде всего вниманіе на присутствіе сѣрной кислоты и сѣрнистыхъ соединений. Если оказывается сѣрной кислоты болѣе 1% или сѣрнистыя соединения въ пзмѣримыхъ пропорціяхъ, то партія цемента бракуется.

Партія объявляется подозрительной, если въ цементѣ окажется болѣе 4% окиси желѣза или отношеніе между общимъ вѣсомъ кремнезема и глинозема и вѣсомъ извести менѣе  $\frac{44}{100}$ .

в) и г) *Испытанія чистаго цемента.*

При испытаніяхъ чистаго цемента употребляется исключительно *морская вода*. Нормальная пропорція воды опредѣляется для каждой пробы отдѣльно и остается для всѣхъ испытаній, производимыхъ съ этой пробой, если они заканчиваются въ день опредѣленія пропорціи. Въ противномъ случаѣ пропорція опредѣляется наново.

Температура воды и воздуха поддерживаются во время испытаній, по возможности, въ предѣлахъ 15 и 18 градусовъ Цельсія. Нормальной пропорціей воды признается такая, которая даетъ растворъ въ видѣ плотнаго, вязкаго, блестящаго и пластичнаго тѣста, удовлетворяющаго слѣдующимъ условіямъ:

1) Консистенція тѣста не измѣняется, если перемѣшиваніе будетъ продолжено, сверхъ первоначальныхъ 5 минутъ, еще на 3;

2) Маленькое количество тѣста, взятое лопаточкой, должно легко отдѣляться отъ нея, не оставляя никакихъ частицъ на металлѣ, и, падая съ высоты около 50 сантиметровъ на мраморную доску, приблизительно сохранять свою форму и не давать трещинъ;

3) Маленькое количество тѣста, взятое въ руку, должно нѣсколькими легкими сотрясеніями приводиться въ округленной формѣ, причемъ на его поверхности должна выступать вода; тѣсто во время

этой операціи не должно расплываться или приставать къ кожѣ и, брошенное съ высоты около 50 сантиметровъ, должно сохранять, слегка сплюсцившись, свою округленную форму и не давать трещинъ;

4) Наконецъ, нормальная пропорція воды должна быть такова, чтобы съ одной стороны при меньшей пропорціи тѣсто было сухимъ, невязкимъ и давало при паденіи трещины, съ другой — при пропорціи, большей на 1 — 2% отъ вѣса цемента, тѣсто становилось полужидкимъ, пристающимъ къ лопаткѣ, расплывающимся, пристающимъ къ рукѣ и неспособнымъ скатываться въ шарики. Определеніе нормальной пропорціи дѣлается путемъ ряда опытовъ съ отдѣльными количествами цемента въ 900 граммовъ каждое. Взявъ первую дозу воды по соображенію, ее вливаютъ сразу въ цементъ и перерабатываютъ смѣсь на мраморной доскѣ лопаточкой въ теченіи пяти минутъ, считая отъ момента влитія воды. Изготовленное такимъ образомъ тѣсто изслѣдываютъ, какъ указано. Если оно ненормальной консистенціи, то дѣлаютъ новый опытъ, беря воды на 20 граммовъ болѣе или менѣе, смотря по надобности и т. д., до тѣхъ поръ, пока определяются предѣлы, между коими лежитъ нормальная пропорція.

Тогда дѣлаютъ послѣдній опытъ съ количествомъ воды, отличающимся на 10 граммовъ отъ предѣльныхъ и, наконецъ, принимаютъ за нормальную наибольшую изъ испробованныхъ пропорцій воды, дающихъ тѣсто, которое удовлетворяетъ вышеприведеннымъ условіямъ 1—4.

#### Продолжительность схватыванія.

Для определенія продолжительности схватыванія затворяютъ 900 граммовъ цемента съ нормальнымъ количествомъ воды, найденнымъ, какъ указано выше, вливая всю воду сразу и перемѣшивая растворъ лопаточкой на мраморной доскѣ въ теченіи 5 минутъ съ момента прибавленія воды. Приготовленнымъ такимъ образомъ растворомъ наполняютъ цилиндрическую металлическую коробку вышиной 0,04 метра и діаметромъ 0,08 метра, затѣмъ встряхиваютъ коробку нѣсколько разъ до появленія воды на поверхности цемента. Надъ коробкой подвѣшиваютъ на блокѣ призматическую иглу вѣсомъ 300 граммъ и сѣченіемъ 1 кв. миллиметръ.

Началом схватыванія считаютъ моментъ, когда игла, опускаемая осторожно и постепенно, болѣе не проходитъ сквозь растворъ въ коробкѣ. Концомъ схватыванія считаютъ моментъ, когда игла останавливается на поверхности раствора, не проникая внутрь замѣтнымъ образомъ.

Если цементъ начинаетъ схватываться ранѣе, чѣмъ черезъ  $\frac{1}{2}$  часа по затвореніи, или схватываніе оканчивается ранѣе, чѣмъ черезъ 3 часа, то партія бракуется.

Партія бракуется также, если схватываніе не оканчивается черезъ 12 часовъ \*).

Всѣ эти сроки считаются съ момента, когда вода вливается въ цементъ для изготовленія раствора.

Температура во время этихъ опытовъ также поддерживается между  $15^{\circ}$  и  $18^{\circ}$  Цельсія.

#### Отсутствіе трещинъ по схватываніи.

Непосредственно вслѣдъ за наполненіемъ коробки, въ которой изслѣдуется скорость схватыванія, остатокъ заготовленнаго раствора употребляется для изготовленія на стеклянныхъ пластинкахъ круглыхъ лепешекъ отъ 0,08 метра до 0,10 метра въ діаметрѣ и толщиной, уменьшающейся отъ центра (0,02 м.) къ краямъ почти до нуля.

Эти лепешки погружаются немедленно въ чанъ съ морской водой, температура которой поддерживается въ предѣлахъ  $15^{\circ}$  и  $18^{\circ}$  Ц.

Если при окончательной приѣмкѣ партіи, т. е. во время выпуска ея изъ склада на работы, хотя на одной изъ лепешекъ окажутся трещины или искривленія, то вся партія бракуется.

#### Сопротивленіе образцовъ изъ чистаго цемента.

Растворъ для образцовъ изъ чистаго цемента готовится всегда на мраморной доскѣ путемъ перемѣшиванія лопаткой 900 граммовъ цемента съ нормальною пропорціей морской воды. Изъ этого количества готовится 6 образцовъ обыкновеннаго вида (для

---

\*) Это условіе встрѣчается не вездѣ: его нѣтъ, напримѣръ, въ контрактѣ на работы въ Кале.

прибора Михаэлиса съ узкимъ сѣченіемъ въ 5 кв. сантиметровъ (0,0225 м. ширины и 0,0222 толщины). Всѣхъ образцовъ для испытанія извѣстной пробы требуется 18, вслѣдствіе чего изготовленіе раствора должно быть сдѣлано каждый разъ трижды.

Отчищенные и смоченныя формы располагаются на мраморной или полированной металлической доскѣ, уложенной горизонтально на неподвижной подставкѣ. Всѣ формы наполняются растворомъ сразу, причемъ въ каждую растворъ накладывается такъ, чтобы онъ выступалъ изъ нея. Затѣмъ плоской стороной лопатки растворъ вдавливается въ формы до совершеннаго ихъ заполнения и нѣсколькими легкими ударами по формѣ приводится въ сотрясеніе для того, чтобы его нѣсколько размягчить и изгнать пузырьки воздуха. Сотрясенія прекращаютъ чрезъ нѣсколько мгновеній послѣ того, какъ цементъ покроется тонкимъ слоемъ воды. Далѣе, какъ только плотность тѣста позволить, острымъ ребромъ вполнѣ прямого ножа, положеннаго на форму почти горизонтально, снимаютъ избытокъ тѣста, избѣгая при этомъ всякаго нажиманія на растворъ въ формѣ.

Спустя нѣкоторое время, по крайней мѣрѣ равное продолжительности схватыванія, опредѣленной, какъ указано, формы разбираютъ и удаляютъ, не поднимая образцовъ и не снимая ихъ съ доски.

Въ теченіи первыхъ 24 часовъ со времени изготовленія тѣста, образцы сохраняются на доскѣ во влажномъ воздухѣ, внѣ дѣйствія сквознаго вѣтра и прямыхъ лучей солнца, при температурѣ отъ 15° до 18° Цельсія. Чрезъ 24 часа ихъ погружаютъ въ резервуаръ съ морской водой, возобновляемой каждую недѣлю и также имѣющей температуру отъ 15° до 18°.

Изъ изготовленныхъ такимъ образомъ для каждой пробы цемента 18 образцовъ, 6 разрываются чрезъ 7, 6 — чрезъ 28 и 6 — чрезъ 84 дня, считая съ момента затворенія тѣста.

Для cadaго испытанія берется по 2 образца cadaго отдѣльнаго затворенія.

Образцы разрываются обыкновеннымъ приборомъ съ двойнымъ рычагомъ (называемымъ Михаэлиса). Изъ 6 результатовъ cadaго испытанія берутъ въ расчетъ только 3 высшіе; среднее изъ нихъ и принимается за соотвѣтствующее сопротивленіе чистаго цемента чрезъ 7, 28 и 84 дня.



Сопротивленіе это должно быть чрезъ семь дней по меньшей мѣрѣ 20 килограммовъ на кв. сантиметръ наименьшаго поперечнаго сѣченія образца, а чрезъ 28 дней—35 килограммовъ. Всякая партія, одна изъ пробъ которой не удовлетворяетъ этому условію, бракуется.

Сверхъ того требуется, чтобы сопротивленіе чрезъ 28 дней было по крайней мѣрѣ больше на 5 килограммовъ сопротивленія чрезъ 7 дней; въ противномъ случаѣ партія объявляется подозрительной, если только сопротивленіе чрезъ 28 дней не будетъ не менѣе 55 килограммовъ.

Сопротивленіе разрыву на квадратный сантиметръ образцовъ чистаго цемента чрезъ 84 дня должно быть по крайней мѣрѣ равно 45 килограммамъ и, сверхъ того, быть больше сопротивленія чрезъ 28 дней, если оно было менѣе 56 килограммовъ.

Всякая партія, неудовлетворяющая въ одной изъ пробъ этимъ условіямъ, бракуется.

#### **Сопротивленіе образцовъ изъ смѣси цемента съ пескомъ (1 : 3 по вѣсу).**

Для изслѣдованія сопротивленія смѣси цемента съ пескомъ употребляется особый *нормальный* песокъ.

Песокъ этотъ заготавливается управленіемъ работъ и получается искусственно измельченіемъ кварцитовъ, выламываемыхъ изъ горы Roule въ Шербургѣ. Продукты измельчанія просѣиваются сквозь сито съ 64 отверстіями на квадратномъ сантиметрѣ, для удаленія слишкомъ крупныхъ зеренъ, и затѣмъ чрезъ сито съ 144 отверстіями на квадратномъ сантиметрѣ, для удаленія слишкомъ мелкихъ. Остатокъ отъ этого 2 просѣиванія, тщательно промытый водою и высушенный, и составляетъ нормальный песокъ.

Пропорція (воды морской) для изготовленія раствора изъ смѣси цемента съ пескомъ принимается въ 12% отъ вѣса смѣси. Каждое затвореніе дѣлается съ количествомъ цемента, нѣсколько большимъ, чѣмъ нужно для изготовленія 3 образцовъ, а именно берутъ 125 граммовъ цемента, 375 граммовъ песку и 60 граммовъ воды. Операцию повторяютъ 6 разъ, чтобы заготовить для каждой пробы 18 образцовъ.

Образцы приготавливаются въ тѣхъ же формахъ, какъ и образцы чистаго цемента, съ соблюденіемъ слѣдующихъ правилъ:

- а) песокъ предварительно смѣшивается съ цементомъ на сухо въ чашкѣ;
- б) вода вливается сразу и перемѣшивание производится въ чашкѣ же въ теченіи пяти минутъ съ момента влитія;
- в) полученный такимъ путемъ растворъ, видъ коего долженъ быть схожъ съ видомъ свѣже-взрытой земли, накладывается въ чистыя и смоченныя водою формы съ значительнымъ избыткомъ такъ, чтобы онъ выступалъ изъ формы по утрамбовкѣ;
- г) трамбованіе производится колотушкой вѣсомъ около 200 граммовъ по направленію отъ краевъ образца къ срединѣ до появленія воды, послѣ чего избытокъ снимается прямымъ ножомъ и образецъ выглаживается.

Когда образцы достаточно отвердѣютъ, формы осторожно разбираютъ, не поднимая образцовъ и не сдвигая ихъ съ мѣста.

Черезъ 24 часа по затвореніи образцы погружаютъ въ резервуаръ съ морской водою, которая мѣняется разъ въ недѣлю. Температуру воздуха и воды при изготовленіи и твердѣніи образца, а равно температуру воды въ резервуарѣ постоянно поддерживаютъ въ предѣлахъ 15° и 18° Цельсія. Воздухъ въ помещеніи, гдѣ происходитъ твердѣніе, всегда поддерживается влажнымъ.

Испытаніе образцовъ разрывомъ дѣлается при посредствѣ обыкновеннаго прибора черезъ 7, 28 и 84 дня по затвореніи, причемъ каждый разъ разрывается 6 штукъ, по одной каждого отдѣльнаго затворенія.

Изъ 6 результатовъ среднее изъ 3 выспихъ принимается за сопротивленіе образцовъ въ моментъ испытанія.

Это сопротивленіе для образцовъ должно быть по меньшей мѣрѣ въ 8 килограммовъ на кв. сантиметръ наименьшаго сѣченія образцовъ изъ смѣси 1 части цемента и 3 частей по вѣсу нормальнаго песка послѣ 7 дней, и въ 15 килограммовъ послѣ 28 дней.

Партія, одна изъ пробъ которой не удовлетворяетъ этимъ условіямъ, бракуется.

Если при томъ сопротивленіе черезъ 28 дней не будетъ по крайней мѣрѣ на 2 килограмма больше сопротивленія черезъ 7 дней, то партія признается подозрительной. Она подвергается тогда ис-

пытаніямъ еще чрезъ 84 дня, причемъ сопротивленіе должно быть больше, чѣмъ чрезъ 28 дней, и равняться, по крайней мѣрѣ, 18 килограммамъ на квадратный сантиметръ. Въ противномъ случаѣ партія бракуется.

### § 5. Временная и окончательная пріёмка цемента. Выдача его изъ склада для работъ.

Партія цемента, доставленная въ рабочій складъ и выдержавшая съ успѣхомъ, т. е. не будучи забракованной или объявленной подозрительной, испытаніе плотности, химическаго состава, скорости схватыванія и сопротивленія чрезъ 7 и 28 дней (чистаго цемента и смѣси), признается временно-принятой и вносится въ счетъ заготовленныхъ матеріаловъ.

Подобнымъ же образомъ считается временно принятой и заносится въ счетъ заготовокъ партія цемента, которая, бывъ объявленной подозрительной по одной изъ указанныхъ выше причинъ, выдержать затѣмъ успѣшно 84 дневныя испытанія сопротивленія какъ чистаго цемента, такъ и смѣси.

Относительно каждой партіи составляются точные акты, въ коихъ указывается, принята ли она временно, оставлена ли подъ подозрѣніемъ или забракована.

Окончательная пріёмка поставленнаго цемента и внесеніе его въ счетъ оконченныхъ работъ производится только при выпускѣ его изъ склада въ работу. Окончательно принимаются только тѣ партіи, относительно которыхъ имѣются уже акты о временной пріемкѣ, причемъ требуется: 1) чтобы въ моментъ выпуска изъ склада партіи цемента, своевременно изготовленные изъ него и все время бывшія въ морской водѣ лепешки не представляли трещинъ и искривленій и 2) чтобы мѣшки и содержащійся въ нихъ цементъ были безусловно сухи и цементъ не имѣлъ никакихъ слѣдовъ вліянія сырости, т. е. былъ вполне порошкообразенъ. Промежутокъ времени между временной и окончательной пріемкой зависитъ всецѣло отъ усмотрѣнія управленія работъ, и подрядчикъ не можетъ возбуждать по сему предмету никакихъ жалобъ.

Отпускъ цемента изъ склада для работъ совершается подъ постояннымъ наблюдениемъ агентовъ управленія. Полученіе изъ склада и доставка къ мѣсту употребленія совершается средствами подрядчика, производящаго работу.

Подрядчикъ этотъ обязанъ брать цементъ изъ мѣсть, которыя ему указываются управленіемъ, взвѣсить его, перевезти къ мѣсту употребленія и сложить въ сухомъ помѣщеніи, достаточномъ по размѣрамъ для 3 — 4 дневнаго запаса. Онъ доставляетъ при этомъ свои мѣшки, или въ противномъ случаѣ отвѣчаетъ за мѣшки, которые ему передаются, уплачивая за каждый пропавшій или испорченный по 1 франку.

За цементъ, испорченный по его винѣ или неправильно употребленный въ дѣло, съ него взыскивается стоимость матеріала по цѣнѣ, платимой управленіемъ поставщику, увеличенной 5% на общій расходъ по храненію.

#### **§ 6. Удаленіе забракованнаго цемента изъ рабочаго склада. Возвратъ мѣшковъ.**

Окончательно забракованный цементъ долженъ быть удаленъ заводомъ на свой счетъ въ 8 дневный срокъ со дня составленія акта о браковкѣ.

Партіи, оставленныя подъ подозрѣніемъ послѣ 28 дневныхъ испытаній, могутъ оставаться въ рабочихъ складахъ только въ томъ случаѣ, если онѣ не занимаютъ нужнаго мѣста.

Въ противномъ случаѣ подрядчикъ обязанъ также въ 8 дневный срокъ со дня распоряженія инженера перенести ихъ въ свои склады, гдѣ онѣ хранятся подъ замкомъ управленія.

Если подрядчикъ не исполнитъ своевременно этихъ требованій, то забракованный или подозрительный цементъ переносится помимо него въ магазины, нанятые управленіемъ съ отнесеніемъ всѣхъ расходовъ на его счетъ.

Если затѣмъ подозрительный цементъ по 84 дневнымъ испытаніямъ будетъ признанъ годнымъ, то половина расходовъ по переноскѣ и храненію его подрядчику возвращается.

Во всякомъ случаѣ подрядчикъ можетъ совершенно удалить по-

дозрительную партію ради избѣжанія расходовъ по храненію и пр.; тогда она считается забракованной.

Порожніе мѣшки, по мѣрѣ возврата ихъ въ рабочій складъ, должны быть убираемы заводомъ обратно на свой счетъ послѣ взвѣшиванія; въ противномъ случаѣ, если присутствіе ихъ окажется неудобнымъ, то, чрезъ 24 часа послѣ предписанія заводу, оставшагося неисполненнымъ, управленіе работъ удаляетъ ихъ за счетъ завода, взвѣшивая ихъ самостоятельно; подрядчикъ не можетъ протестовать противъ результатовъ этого взвѣшиванія. Стоимость мѣшковъ, невозвращенныхъ заводу чрезъ 6 мѣсяцевъ послѣ окончательной приѣмки послѣдней партіи, возвращается заводу по разсчету 60 сантимовъ за мѣшокъ съ уменьшеніемъ согласно общей скидкѣ подряда.

### § 7. Заключение.

Сопоставляя приведенныя въ предшествующихъ §§ правила заготовленія и испытанія портландскаго цемента для портовыхъ работъ во Франціи и постановленія по сему предмету нашего Министерства путей сообщенія \*), мы можемъ провести между ними слѣдующую параллель:

По правиламъ французскаго правительства.

По правиламъ Министерства путей сообщенія.

а.

Цементъ поставляется для работъ заводомъ по контракту, заключенному между нимъ и правительствомъ, совершенно независимому отъ подряда на производство работъ.

Цементъ поставляется подрядчикомъ, производящимъ работы.

\*) Во избѣжаніе недоразумѣній считаю необходимымъ оговориться, что правила Министерства путей сообщенія, съ которыми приходится сравнивать французскія, были созданы не для портовыхъ нуждъ, а для желѣзныхъ дорогъ (цирк. Департ. жел. дор. отъ 7 октября 1881 г. № 11.428), и высокая компетенція лицъ, коимъ было поручено ихъ выработать (комиссія подъ предсѣдательствомъ профессора Н. А. Бѣлелюбскаго) служить ручательствомъ въ ихъ полнѣйшемъ соответствіи намѣченной цѣли. Вислѣдствіи, при быстромъ развитіи портовъ въ Россіи, для испытанія цементовъ, предназначенныхъ для этихъ работъ, пришлось, по необходимости, примѣнить тѣ же правила.

*б.*

Правительство слѣдитъ за производствомъ поставляемаго для него цемента на поставляющихъ его заводахъ, при посредствѣ своихъ агентовъ, а равно за храненіемъ въ заводскихъ складахъ, укупоркой и перевозкой цемента; оно хранитъ его на мѣстѣ работъ въ своихъ складахъ подъ отвѣтственностью поставщика и подъ своимъ непрерывнымъ надзоромъ.

Надзора за производствомъ и пр. не имѣется. Цементъ хранится въ складахъ подрядчика, производящаго работы.

*в.*

При испытаніяхъ, пробы, вынутыя изъ разныхъ мѣшковъ одной партіи, не смѣшиваются и ко всей партіи примѣняются результаты, данные худшей пробой.

При испытаніи, пробы одной партіи смѣшиваются.

*г.*

Для признанія цемента пригоднымъ къ употребленію въ дѣло требуется испытаніе его чрезъ 7 и 28 дней.

Для признанія цемента пригоднымъ къ употребленію требуется испытаніе только чрезъ 7 дней.

*д.*

Для партій, объявленныхъ подозрительными, испытанія производятся чрезъ 84 дня.

Для партій, объявленныхъ подозрительными, испытанія производятся чрезъ 28 дней.

*е.*

Для каждой партіи цемента опредѣляется его плотность, которая должна быть не меньше опредѣленнаго минимума.

Плотность цемента обыкновенно не опредѣляется.

*ж.*

Для каждой партіи дѣлается химическій анализъ и требуется удовлетвореніе извѣстнымъ условіямъ состава.

Анализъ не дѣлается и ограниченій состава не существуетъ.

з.

Начало схватыванія должно наступать не ранѣе  $\frac{1}{2}$  часа, а конецъ долженъ быть въ предѣлахъ 3 и 12 часовъ со времени затворенія.

Для начала схватыванія предѣла не положено, а конецъ не долженъ наступать ранѣе 30 минутъ по затвореніи.

и.

Лепешки для изслѣдованія растрескиванія и искривляемости лежатъ въ водѣ до самаго употребленія цемента въ дѣло (т. е. не менѣе 28 дней), и цементъ бракуется, если въ моментъ взятія его изъ складовъ на нихъ есть трещины или искривленія.

Пластинки осматриваются послѣ 7 дневнаго пребыванія въ водѣ.

й.

Образцы для опредѣленія сопротивленія изготавливаются обязательно съ морской водой и выдерживаются въ таковой же.

Обязательнаго правила нѣтъ.

к.

Сопротивленіе образцовъ изъ чистаго цемента чрезъ 7 дней требуется не меньше 20 килограммовъ на квадрат. сантиметръ;—чрезъ 28 дней не меньше 35 килограммовъ на квадрат. сантиметръ;—чрезъ 84 дня не меньше 45 килограммовъ на квадрат. сантиметръ.

Сопротивленіе образцовъ изъ чистаго цемента чрезъ 7 дней требуется не меньше 21 килограмма, но для 28 дней и болѣе минимумовъ не указано.

л.

Сопротивленіе образцовъ изъ смѣси 1 части цемента и 3 частей (по вѣсу) нормальнаго песка требуется чрезъ 7 дней не меньше 8 килограм. на кв. сант., чрезъ 28 дней не меньше 15 килограммовъ на кв. сант., чрезъ 84 дня не меньше 18 килограммовъ на квадрат. сантиметръ.

Сопротивленіе образцовъ изъ смѣси 1 ч. цемента и 3 частей (по вѣсу) нормальнаго песка требуется чрезъ 7 дней не меньше 6 килограм. на кв. сант., чрезъ 28 дней не меньше 8 килограм. на кв. сант., для 84 дневнаго срока испытаній не назначено.

м.

Требуется, чтобы даже при сопротивленіяхъ, превосходящихъ установленные минимумы, прочность цементнаго раствора возрастала, съ теченіемъ времени, такъ: сопротивленіе образцовъ изъ чистаго цемента чрезъ 28 дней должно быть на 5 килограммовъ больше, чѣмъ чрезъ 7 дней и пр.

Соотвѣтствующаго требованія не имѣется.

Останавливаясь на этихъ существенныхъ чертахъ, мы видимъ, что французскія правила даютъ несравненно болѣе гарантій прочности и долговѣчности портовымъ сооруженіямъ. Эти гарантіи заключаются съ одной стороны въ болѣе усовершенствованномъ способѣ заготовленія цемента для работъ, съ другой—въ болѣе разнообразныхъ и строгихъ его испытаніяхъ.

По отношенію къ вопросу о заготовкѣ цемента представляется очевиднымъ, что выдѣленіе этой поставки изъ общей массы подряда и предоставленіе ея одному изъ извѣстныхъ правительству заводовъ на основаніи контракта, непосредственно съ нимъ заключеннаго, даетъ большую увѣренность въ томъ, что поставляемый продуктъ будетъ однороденъ и хорошаго качества, чѣмъ поставка цемента, въ числѣ другихъ матеріаловъ, подрядчикомъ-строителемъ. Въ послѣднемъ случаѣ, при невозможности слишкомъ стѣснять подрядчика требованіемъ опредѣленныхъ марокъ, ограничиваются общимъ указаніемъ въ контрактѣ, что цементъ долженъ быть лучшихъ заводовъ, результатомъ чего бываетъ большее или меньшее разнообразіе въ поставленномъ продуктѣ, который подрядчикъ старается взять каждый разъ тамъ, гдѣ онъ въ данную минуту обойдется ему дешевле. Это разнообразіе мѣшаетъ установленію правильныхъ рабочихъ нормъ и производству правильныхъ наблюденій и выводовъ надъ прочностью кладки. Кромѣ того и самое достоинство продукта, получаемаго при посредствѣ подрядчика-строителя, при одинаковости цѣны въ обоихъ случаяхъ, должно, по необходимости, быть ниже, чѣмъ продукта, поставляемаго заводомъ правительству непосредственно, въ виду того, что въ первомъ случаѣ извѣстный % долженъ отчисляться посреднику за комиссію. Но наиболѣе важнымъ недостаткомъ



полученія цемента при посредствѣ подрядчика-строителя является отсутствіе возможности установить при этомъ правильный правительственный надзоръ за производствомъ цемента на заводѣ. Какъ показала практика французскихъ портовыхъ работъ, установленіе такого надзора имѣло огромное вліяніе на улучшеніе качествъ цемента и должно быть разсматриваемо какъ существенно важное подспорье, и даже болѣе, всѣхъ изслѣдованій и испытаній, которымъ подвергается заготовленный цементъ. Здѣсь, на заводѣ, слѣдя шагъ за шагомъ за всѣми операціями изготовленія, храненія, укупорки и доставки цемента, есть полная возможность убѣдиться въ томъ а priori, что вся партія цемента болѣе или менѣе удовлетворительна, и знать, во всякомъ случаѣ, что она однородна. Тогда химическія и механическія изслѣдованія, сдѣланныя для нѣкотораго числа пробъ, могутъ, дѣйствительно, считаться показателями достоинствъ или недостатковъ партіи.

Между тѣмъ, при поставкѣ цемента подрядчикомъ, управленію работъ предъявляются сразу для изслѣдованія партіи въ нѣсколько тыщачъ бочекъ, могущія заключать продукты самыхъ различныхъ качествъ, и объ этихъ партіяхъ приходится составлять сужденіе по нѣсколькимъ пробамъ, взятымъ, по необходимости, на удачу и подвергнутымъ непродолжительнымъ недѣльнымъ испытаніямъ.

По вопросу о болѣе разнообразныхъ и строгихъ испытаніяхъ, коимъ подвергается цементъ во Франціи, слѣдуетъ прежде всего отмѣтить тотъ важный фактъ, что тамъ для каждой партіи дѣлается химическій анализъ пробъ. Если для обыкновенныхъ сооружений на сушѣ извѣстный химическій составъ цемента признается желательнымъ, то что и говорятъ о сооруженияхъ, возводимыхъ въ морѣ, гдѣ для цемента кроется столько агентовъ разрушенія. Здѣсь требованіе отъ цемента опредѣленнаго состава и въ особенности отсутствія элементовъ, могущихъ вызвать при содѣйствіи морской воды процессы разложенія, представляется безусловной необходимостью. А такое требованіе можетъ получить почву только при посредствѣ химическаго изслѣдованія.

Помимо этого, во французскихъ испытаніяхъ заслуживаютъ вниманія несравненно болѣе продолжительные сроки и высокія нормы сопротивленій.

Резюмируя сказанное, мы приходимъ къ заключенію, что въ

имѣющія быть выработанными условія поставки и пріемки порландскихъ цементовъ для портовыхъ работъ въ Россіи было крайне полезно ввести слѣдующія требованія:

- 1) чтобы цементъ поставлялся на работы русскими заводами по контрактамъ, заключеннымъ ими непосредственно съ правительствомъ;
- 2) чтобы производство, храненіе и прочія заводскія операціи совершались подъ постояннымъ правительственнымъ надзоромъ;
- 3) чтобы при пріемкѣ производился химическій анализъ и допускаемое количество вредныхъ примѣсей было нормировано;
- 4) чтобы сроки испытаній и нормы сопротивленій были увеличены, сообразно указаніямъ новѣйшихъ данныхъ.

*В. Тимоновъ.*



## № 3.

### Записка военного инженера капитана \*) Шуляченко

**по поводу поврежденій, замѣченныхъ на пуццоланныхъ и цементныхъ массивахъ, употребляемыхъ при постройкѣ Одесскаго порта.**

---

При возведеніи моловъ, образующихъ рейды и гавани въ Одесскомъ портѣ, были допущены массивы изъ пуццоланическаго и цементнаго растворовъ, на основаніи двухлѣтнихъ опытовъ производителя работъ, г. Августиновича.

Матеріалы для массивовъ и способъ ихъ приготовленія были слѣдующіе:

1. Для пуццоланныхъ массивовъ:

- а) Римская пуццолана изъ раскопокъ Г. Непоти.
- б) Известь негашеная, т. н. Подольская, изъ пмѣнія г. Арцимовича. (Подольская губ.)
- в) Аккерманскій щебень.
- г) Аккерманскій крупный камень.

Всѣ эти составныя части перемѣшивались такимъ образомъ, что сначала известь, погашенная и разбавленная значительнымъ количествомъ воды, перемемѣшивались подъ бѣгунами вмѣстѣ съ опредѣ-

---

\*) Нынѣ Генералъ-Маіора.

леннымъ количествомъ пуццоланы, въ теченіи 15—20 минутъ времени, а послѣ того совершенно однородная смѣсь опускалась въ расположенныя подѣ бѣгунами бочки, куда одновременно прибавлялось требуемое количество щебня. Въ бочкахъ вращающихся на горизонтальной оси и имѣющихъ внутри горизонтальный валъ съ ножами, перемѣшивались пуццолано-известковый растворъ со щебнемъ и уже вполнѣ однородная масса, изъ пуццоланы, извести и щебня, принималась въ тачки и отвозилась къ мѣсту формовки массивовъ; крупный камень закладывался въ массивы во время самой формовки.

*Пропорція составныхъ частей пуццолановыхъ массивовъ на 1 куб. саж.*

1. Пуццоланны . . . . .	320 пуд.
2. Извести негашенной . . . . .	40 „
3. Щебня Аккерманскаго . . . . .	0,9 куб. сж.
4. Камня крупнаго . . . . .	0,1 „ „

Такихъ массивовъ готовится до 15 куб. саж. въ день, при числѣ рабочихъ въ 130 челевѣкъ.

Прежде погруженія въ воду пуццоланные массивы, по условію съ контрагентомъ, должны быть выдержаны на воздухѣ не менѣе 3-хъ недѣль.

2. Для цементныхъ массивовъ.

- а) Портландъ-цементъ фабрики Робинса и Вайта.
- б) Песокъ Люстдорфскій.
- в) Гравій.
- г) Щебень Аккерманскій.
- д) Камень крупный

Составныя части цементныхъ массивовъ перемѣшиваются въ такомъ порядкѣ: сначала смѣшиваютъ цементъ съ пескомъ на сухо, потомъ кладутъ эту смѣсь въ бочки, вращающіяся на горизонтальной оси, туда же высыпается промытый щебень, прибавляется вода, бочки приводятся во вращательное движеніе, и когда смѣсь достигнетъ полной однородности, выкидываютъ ее изъ бочекъ въ поставленныя подѣ ними формы для массивовъ. Рабочіе у формъ разравниваютъ бетонную массу закладываютъ крупный камень и утрамбовываютъ.

*Пропорція составных частей цементных массивов на  
1 куб. саж.*

1. Цементу . . . . .	130 пуд.
2. Песку . . . . .	120 куб. фут.
3. Гравію . . . . .	0,2 „ саж.
4. Щебню . . . . .	0,7 „ „
5. Крупнаго камня . . . . .	0,1 „ „

Таких массивов готовится въ день до  $7\frac{1}{2}$  куб. саж., при числѣ рабочихъ 34 человекъ.

Черезъ трое сутокъ, по приготовленіи, цементные массивы достигаютъ такой твердости, что могутъ быть опущены въ море.

Вслѣдствіе того, что въ послѣдніе мѣсяцы (сентябрь, октябрь и ноябрь 1871 г.) было заготовлено пуццоланныхъ и цементныхъ массивовъ болѣе того, сколько ихъ удалось опустить въ море, до прекращенія осеннихъ работъ, часть массивовъ (около 30 штукъ) осталась неупотреблена въ дѣло; эти массивы, по недостатку мѣста, были поставлены временно на стѣну рейдоваго мола, съ тѣмъ, чтобы, по окончаніи зимы и съ наступленіемъ весеннимъ работъ въ 1872 г., опустить ихъ въ воду. Но бурю, разразившеюся надъ Одесскимъ рейдомъ 23 января 1872 г., стѣнка рейдоваго мола, на которой стояли массивы, была разрушена, а вмѣстѣ съ нею были опрокинуты и сброшены въ море массивы, на ней находившіеся.

Когда весною 1872 г. (съ 18 марта) приступлено было къ извлеченію изъ воды упавшихъ въ нее массивовъ, а также и тѣхъ, которые входили въ составъ стѣнки рейдоваго мола и были разбиты бурю, то между поднятыми изъ воды массивами, оказались нѣкоторые сильно побитыми, другіе же съ отбитыми углами и трещинами, такъ что изъ числа 140 массивовъ (57 цементныхъ и 83 пуццоланныхъ), поднятыхъ въ теченіе времени съ 16 марта по 18 іюля, около 20 массивовъ найдено сильно поврежденными, остальные же сохранились на столько, что признаны вполне годными для употребленія въ правильную кладку. Ни одинъ изъ массивовъ не оказался вполне разрушеннымъ, и даже въ сильно побитыхъ массивахъ ядро ихъ осталось вполне прочнымъ, безъ всякихъ признаковъ разрушенія.

Должно также замѣтить, что всѣ сильно побитые массивы, за

исключеніемъ одного, признаны были за массивы, стоявшіе на стѣнкахъ и сброшенные въ море. Глубина моря у разрушенной стѣнки рейдоваго мола 20—30 фут., всѣ массивовъ, стоявшихъ на стѣнкѣ, отъ 900 до 1400 пуд.

Паденіе столь большаго груза со столь значительной высоты, конечно, должно было вызвать болѣе или менѣе значительныя механическія поврежденія въ массивахъ и незначительное, относительно, количество поврежденныхъ массивовъ, послужило бы, безъ сомнѣнія, къ убѣжденію строителей въ необыкновенной прочности бетонныхъ массивовъ, если бы на нѣкоторыхъ изъ числа поврежденныхъ массивовъ, не были замѣчены и признаки химическаго разложенія.

Такъ, при поднятіи изъ воды поврежденныхъ массивовъ изъ внутри ихъ иногда вытекала бѣлаго цвѣта жидкость, имѣвшая цвѣтъ известковаго мола. На побитыхъ частяхъ массивовъ и въ трещинахъ нерѣдко можно было найти бѣлую рыхлую массу, очевидно, другаго состава, нежели растворъ, изъ котораго массы были приготовлены. Ближайшія къ мѣсту находженія бѣлой рыхлой массы части бетоннаго массива отличались весьма слабою степенью твердости и спѣпленія. Кромѣ того, очень часто у разрушенныхъ частей замѣчено было образованіе особенныхъ бѣлыхъ натековъ, по анализу, заключающихъ значительныя количества магнезіи (около 30%), которой, въ первоначально взятыхъ матеріалахъ для дѣявленія бетонныхъ массивовъ, не заключалось вовсе или только въ незначительныхъ количествахъ.

Все вышеприведенное, относительно замѣченныхъ признаковъ химическаго разложенія, взятое вмѣстѣ, возбудило сомнѣніе у производителя работъ Одесскаго порта, г. Августиновича въ химической прочности массивовъ, т. е. въ способности ихъ сопротивляться химически разлагающему дѣйствію морской воды.

Прежде чѣмъ высказать свое мнѣніе о причинахъ и значеніи замѣченныхъ признаковъ химическаго разложенія массивовъ, я, въ виду важности вопроса о химическомъ дѣйствіи морской воды на тѣ гидравлическіе составы, изъ которыхъ приготовляются бетонные массивы, нахожу необходимымъ кратко изложить современное состояніе этого вопроса съ научной точки зрѣнія.

Всѣ гидравлическіе растворы, какого бы наименованія они не были, напр., пуццолановый, цементный, изъ гидравлической извести

и др. содержатъ одинъ и тѣ же существенныя составныя части: это 1-е *аморфный кремнеземъ*, 2-е *известь* и 3-е *вода*. Всѣ другія составныя части, какъ-то: глиноземъ, окись желѣза, магнезія и щелочи, имѣютъ только второстепенное значеніе. Кремнеземъ, известь и вода соединяются вмѣстѣ между собою химически, образуя въ водѣ трудно растворимую, водную кремнеземную известь. Образование этой *водной кремневой извести*, мало растворимой, и составляетъ причину отвердѣванія въ водѣ смѣси изъ кремнезема, извести и воды.

Въ каждомъ гидравлическомъ растворѣ, по его отвердѣніи, содержится водная кремнеземная известь; способъ ея образованія, однако, не во всѣхъ гидравлическихъ растворахъ одинаковъ, напр., въ пуццоланномъ растворѣ, гдѣ къ пуццоламъ примѣшпваются известь и воду, водная кремнеземная известь образуется постепеннымъ присоединеніемъ частичекъ извести и воды къ кремнезему, содержащемуся въ пуццоланѣ. Такъ какъ такое присоединеніе происходитъ медленно, то и самое твердѣніе пуццолановаго раствора медленно.

Въ растворахъ же изъ портландскаго цемента, который приготовляется сильнымъ прокаливаніемъ извести (содержащейся въ мѣлу) съ кремнеземомъ (содержащимся въ глинѣ), кремнеземъ соединяется съ известью еще при прокаливаніи, образуя кремнеземную известь.

По отвердѣніи цементнаго раствора, въ немъ находится также водная кремнеземная известь, какъ и въ пуццоланномъ растворѣ, но способъ ея образованія, очевидно, другой, кремнеземная известь уже готова въ портландскихъ цементахъ и, при твердѣніи, происходитъ только процессъ превращенія ея *въ водную* кремнеземную известь чрезъ присоединеніе воды.

А какъ присоединеніе воды, или, какъ говорятъ, гидратация кремнеземной извести происходитъ вообще быстро, то потому процессъ твердѣнія цементнаго раствора, какъ заключающійся только въ гидратации кремнеземной извести, совершается болѣе или менѣе быстро \*).

Но какъ бы не образовалась водная кремнеземная известь, скоро-ли, медленно ли, вслѣдствіе ли простой гидратации или отъ по-

---

\*) Процессъ твердѣнія портландскаго цемента сложнѣе, чѣмъ выше изложено, такъ какъ, при обжигѣ его, образуется и глиноземная известь, но все-таки образованіе водной кремнеземной извести и для портландъ-цементовъ есть существеннѣйшее условіе ихъ твердѣнія

степеннаго присоединенія частичекъ извести и воды къ кремнезему, во всякомъ случаѣ всѣ изслѣдователи согласны въ томъ, что она есть важнѣйшее соединеніе, играющее главную роль въ процессѣ твердѣнія гидравлическихъ растворовъ, а потому ясно, что вопросъ о химическомъ дѣйствіи на тотъ или другой гидравлическій составъ сводится, главнымъ образомъ, къ вопросу о химическомъ дѣйствіи морской воды и солей, въ ней заключающихся, на водную кремнеземную известь.

Морская вода, сходная по качественному составу содержащихся въ ней солей, нѣсколько различна по количественному отношенію составныхъ частей. Для примѣра приведу составъ воды въ разныхъ моряхъ.

Въ 100 частяхъ воды содержится:

Составныя части.	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Хлористый натрій . . . . .	2.588	2.644	2.942	2.722	2.705	1.386
Хлористый калий . . . . .	—	—	0.050	0.001	0.076	0.003
Бромистый натрій . . . . .	0.037	0.326	0.056	—	—	—
Хлористый магній . . . . .	0.488	—	0.321	0.614	0.366	0.179
Сѣрно-кальціева соль . . . . .	0.162	0.155	0.135	0.015	0.140	0.052
Сѣрно-магніева соль . . . . .	0.111	0,058	0.247	0.702	0.229	0.123
Сѣрно-калиева соль . . . . .	0.135	0.149	—	—	—	—
Угле-кальціева соль . . . . .	—	—	0.014	0.009	0.003	0.015
Всего твердыхъ частей. . . . .	3.521	3.232	3.765	4.063	3.519	1.758
Воды . . . . .	96.479	96.668	96.235	95.937	96.481	98.242

- № 1. Воды Тихаго океана.
- № 2. „ Атлантическаго океана.
- № 3. „ Средиземнаго моря у Сетта.
- № 4. „ „ „ у Марсели.
- № 5. „ пролива Па-де-Кале у Брайтана.
- № 6. „ Чернаго моря въ Босфорѣ \*).

\*) Lehrbuch d. Chemischen Technologien Knapp, 1<sup>o</sup> Band, Seit. 38.



Изъ приведенной таблицы, выражающей составъ воды въ разныхъ моряхъ, можно видѣть, что количество твердыхъ солей не превышаетъ 4‰, а въ нѣкоторыхъ, какъ, напр., въ Черномъ, не достигаетъ и 2‰. Такое незначительное количество солей уже аргюи позволяетъ заключить, что дѣйствіе морской воды на водную кремнеземную известь будетъ зависѣть, главнымъ образомъ, отъ дѣйствія воды, дѣйствіе же солей будетъ только второстепенное.

Какъ же дѣйствуетъ вода на водную кремнеземную известь?

Отвѣтомъ на это служатъ слѣдующіе химическіе факты:

1) Водная кремнеземная известь не растворяется въ водѣ только въ случаѣ не очень большаго ея количества, большія же количества воды, какъ показалъ Фейхтингеръ и др., вполне разлагаютъ водную кремнеземную известь.

При этомъ вся известь, вошедшая въ составъ кремнеземной извести, растворяется въ водѣ.

2) Несоединенная, свободная известь легко растворяется въ водѣ (1 ч. извести растворяется въ 800 ч. воды).

Итакъ, вода въ большихъ количествахъ является разрушительнымъ дѣятелемъ, по отношенію къ гидравлическимъ растворамъ. Она разлагаетъ ту водную кремнеземную известь, образование которой составляетъ основаніе и причину твердѣнія всѣхъ гидравлическихъ растворовъ.

Отсюда, повидному, слѣдуетъ заключить, что ни одинъ гидравлическій составъ не представляетъ достаточныхъ гарантій въ прочности, при твердѣніи его въ присутствіи большихъ массъ воды, какъ это и бываетъ всегда при возведеніи гидротехническихъ сооруженийъ.

Въ особенности должно было бы опасаться пуццолановыхъ растворовъ, въ которыхъ водная кремнеземная известь образуется медленно, и известь долгое время находится неприсоединенною, а слѣдовательно, легко можетъ растворяться въ водѣ.

И однако, въ практикѣ морскихъ сооруженийъ извѣстенъ не одинъ случай прекраснаго сохраненія построекъ, выведенныхъ на пуццоланическихъ растворахъ за много сотенъ лѣтъ тому назадъ.

Это видимое противорѣчіе, однако, объясняется тѣмъ, что:

1) Дѣйствію большихъ количествъ воды подвергается только поверхность бетонныхъ массивовъ; внутренность же массивовъ содер-

жить только незначительное количество воды, вошедшей въ массивъ при его опусканіи въ воду въ тѣ поры, которыхъ нельзя избѣгнуть даже при самомъ тщательномъ приготовленіи массивовъ.

2) Морская вода содержитъ въ растворѣ углекислоту, которая, соединяясь съ известью, входящею въ составъ водной кремнеземной извести, а также и со свободною известью, если таковая имѣется, образуетъ углекислую известь, въ водѣ совершенно нерастворимую. Это образованіе нерастворимой углекислой извести на поверхности массивовъ должно считать за одинъ изъ существеннѣйшихъ моментовъ въ процессѣ тверднѣнія бетонныхъ массивовъ въ водѣ, ибо онъ видоизмѣняетъ составъ поверхности массивовъ. вмѣсто водной кремнеземной извести и свободной извести, которая болѣе или менѣе легко разложились бы отъ дѣйствія большихъ количествъ воды, поверхность массивовъ противопоставляетъ разрушительному дѣйствию воды уже углекислую известь и кремнеземъ, вещества въ водѣ почти нерастворимыя. Съ другой стороны, углекислая известь, образуя вмѣстѣ съ кремнеземомъ плотную, трудно проникаемую для воды кору на поверхности массивовъ, затрудняетъ доступъ большихъ количествъ воды во внутренность его и способствуетъ такимъ образомъ безрепятственному образованію одной кремнеземной извести.

3) Морская вода содержитъ водоросли и ракушки, которыя при-сасываются къ поверхности массивовъ въ теченіи короткаго времени (въ Одессѣ отъ 2 — 6 мѣсяцевъ) покрываютъ массивъ плотнымъ и непроницаемымъ слоемъ, почти недопускающимъ воды до непосредственнаго соприкосновенія съ составными частями массива.

Это обстоятельство, неимѣющее ничего общаго съ химическими процессами, оказывается, однако, въ высокой степени благоприятнымъ для сохраненія прочности массивовъ, препятствуя непосредственному соприкосновенію воды съ гидравлическими составами.

Какъ видно, всѣ вышеозначенныя явленія, противодѣйствующія разрушительному дѣйствию воды, имѣютъ одно общее основаніе, именно, удаленіе большихъ массъ воды отъ непосредственнаго соприкосновенія съ водною кремнеземною известью. Отсюда слѣдуетъ, что всѣ обстоятельства, обуславливающія дѣйствіе воды въ ограниченномъ количествѣ, будутъ способствовать сохраненію массивовъ, т. е. чѣмъ плотнѣе массивъ, чѣмъ меньше въ немъ поръ, отверстій, тре-

щинъ, словомъ, чѣмъ онъ *водонепроницаемы*, тѣмъ лучше онъ будетъ сохраняться въ водѣ.

Поэтому-то выдерживаніе пуццоланныхъ массивовъ болѣе или менѣе продолжительное время на воздухѣ необходимо не только для того, чтобы дать время для образованія водной кремнеземной извести, но также и для того, чтобы на ихъ поверхности образовался, трудно проницаемый для воды, слой углекислой извести.

Переходя теперь къ дѣйствию солей, содержащихся въ морской водѣ на водную кремнеземную известь, мы, въ этомъ отношеніи, имѣемъ слѣдующіе химическіе факты.

1) Хлористый натрій, хлористый калий, бромистый натрій, сѣрно-кальціева и угле-кальціева соли на водную и кремнеземную известь замѣтнаго химическаго дѣйствія не оказываютъ.

2) Хлористый магній и сѣрно-магніева соль вступаютъ въ химическое взаимодействіе съ водною кремнеземною известью, взаимно разлагаясь. Образуются кремнеземная магнезія и хлористый кальцій или кремнеземная магнезія и сѣрно-кальціева соль.

3) Свободная известь разлагаетъ магніевы соли, причемъ образуются водная магнезія и хлористый кальцій или сѣрно-кальціева соль.

Итакъ, водная кремнеземная известь разлагается магніевыми солями, а т. к. всѣ гидравлическіе составы, употребляемые до сихъ поръ, твердѣютъ, вслѣдствіе образованія водной кремнеземной извести, и во всѣхъ моряхъ находятся магніевы соли, то, казалось бы, слѣдовало заключить, что ни одинъ изъ гидравлическихъ составовъ не можетъ сохраняться въ морской водѣ безъ разрушенія.

Примѣры сохранившихся въ морѣ сооруженій, выведенныхъ на гидравлическихъ растворахъ, представляютъ, однако, и въ этомъ случаѣ наглядное опроверженіе вышеприведеннаго заключенія. Этого, впрочемъ, и должно было ожидать на основаніи того, что было сказано о дѣйствіи воды на кремнеземную известь.

Выше уже было указано, что разрушительное дѣйствіе воды на массивы парализуется ихъ водонепроницаемостію \*), а если они не-

---

\*) Говоря о водонепроницаемости массивовъ, я разумѣю, конечно, не абсолютную ихъ водонепроницаемость, въ каковой, впрочемъ, и нѣтъ никакой надобности, ибо для безпрепятственнаго образованія водной кремнеземной извести нужно только чтобы вода не была въ большомъ избыткѣ.

проницаемы для воды, то, конечно, непроницаемы и для солей въ водѣ растворенныхъ, соли могутъ попасть во внутренность массива не иначе, какъ вмѣстѣ съ водою и притомъ въ относительно маломъ количествѣ. Поверхность же массивовъ, противопоставляя дѣйствию магnezіальныхъ солей кору изъ углекислой извести ими неразлагаемой, не боится разрушительнаго вліянія морскихъ солей.

Изъ сказаннаго ясно, что предохраненіе массивовъ отъ разлагающаго дѣйствія магnezіальныхъ солей требуетъ соблюденія того же условія, какъ и сохраненіе ихъ отъ разрушающаго дѣйствія воды, т. е. *водонепроницаемости массивовъ*. Другими словами: массивы неразлагаемые водою, не будутъ разлагаться и солями. Въ тѣхъ же случаяхъ, когда массивы пористы и фильтруютъ внутрь зачительныя количества морской воды, они будутъ разрушаться и отъ дѣйствія солей.

Отсюда же слѣдуетъ, что растворы, хорошо выдерживающіе дѣйствіе прѣсной воды, будутъ выдерживать и дѣйствіе морской воды.

Противъ послѣдняго положенія, логически вытекающаго изъ всѣхъ предъидущихъ разсужденій, могутъ быть приведены случаи совершенно противоположнаго характера, наблюденные во Франціи, гдѣ нѣкоторые изъ гидравлическихъ растворовъ, выдержавшихъ дѣйствіе прѣсной воды, оказались несостоятельными въ морской водѣ. Но такіе случаи могли бы имѣть только тогда силу научнаго доказательства, если бы доказано было, что гидравлическій цементъ, употребленный въ прѣсной и морской водѣ, имѣлъ тождественный составъ, а этого нѣтъ. Одинаковость же названія или фирмы не можетъ служить ручательствомъ въ одинаковости состава, особенно во Франціи, гдѣ главнымъ матеріаломъ для приготовленія гидравлическихъ известей и цементовъ былъ глинистый известнякъ, отличающійся большимъ разнообразіемъ въ составѣ, нерѣдко въ одномъ и томъ же карьерѣ. Поэтому цементъ или гидравлическая известь, выжженная изъ глинистыхъ известняковъ, какъ и вообще всѣ т. п. естественные гидравлическіе цементы (романъ-цементы) и естественныя гидравлическія извести, весьма нерѣдко отличаются большимъ разнообразіемъ въ качествахъ, даже изъ одной и той же фабрики. Для примѣра приведу извѣстную Тэйльскую известь, которая, какъ извѣстно, дала хорошіе результаты въ Марсели.

Составъ глинистаго известняка изъ карьера Pavin de Lafarge, по

анализу Риво различается по количеству глины 12—17% \*). При такомъ разнообразіи неудивительно, если Тэйльская известь не всегда даетъ одинаковые результаты. Такъ, оказываясь вполне годною въ Марсели, при опытахъ въ Гаврѣ, она не выдерживаетъ дѣйствія морской воды пролива. Риво, изслѣдовавшій качество этой извести, нашелъ ее довольно низкаго качества, чему и приписываетъ причину ея разложенія въ морѣ \*\*); а можно было бы сказать, что разница въ составѣ воды Средиземнаго моря и Ламашскаго канала причиною такого различнаго отношенія.

Поэтому, пока не будетъ точными анализами доказано, что составъ, сохранившійся въ прѣсной водѣ и разрушившагося въ морской, одинаковъ и находится при совершенно равныхъ условіяхъ приготовленія и употребленія въ дѣло, до тѣхъ поръ за подобными фактами нельзя признать никакого научнаго значенія. Точно тоже можно сказать и о примѣрахъ сохраненія цемента въ одномъ морѣ и разрушенія его въ другомъ. Если бы такое различіе въ дѣйствіи морской воды въ разныхъ мѣстахъ дѣйствительно существовало, то такой фактъ, какъ сохраненіе растворовъ изъ портландъ-цемента, имѣющаго всегда однородный составъ и употребляемаго въ разныхъ моряхъ, съ одинаковымъ успѣхомъ, былъ бы непонятенъ.

Такимъ образомъ, при настоящемъ состояніи научныхъ свѣдѣній о гидравлическихъ цементахъ и растворахъ, можно съ большою вѣроятностію утверждать, что хорошіе гидравлическіе растворы вполне однороднаго состава, сохраняющіеся въ прѣсной водѣ, будутъ сохраняться и во всякой морской водѣ.

Что-же касается до того, какіе именно изъ гидравлическихъ составовъ слѣдуетъ признать хорошими, то въ этомъ отношеніи наука не даетъ еще точныхъ указаній. Пропорція составныхъ частей: кремнезема и извести, способы ихъ обжига, плотность цемента, всѣ эти обстоятельства не остаются безъ вліянія на доброкачественность гидравлическаго раствора; но точнымъ безошибочнымъ руководителемъ,

---

\*) Rivot et Shateney. Considerations generales des matériaux employés dans les constructions à la mer. Paris. 1856. pag. 124.

\*\*\*) Тамъ-же стр. 150. La chaux envoyée du Teil pour les essais № 1, 2, 3 et 4 était évidemment d'une qualité inférieure, ce qui montre, pour dire en passant combien on se rend peu compte sur les carrieres de la valeur réelle de produit.

при выборѣ того или другаго цемента или гидравлическихъ массивовъ, можетъ служить только опытъ. Ни одинъ строитель не рѣшится приступить къ возведенію значительнаго морскаго сооруженія, не произведя предварительно тщательныхъ и многостороннихъ опытовъ надъ прочностью гидравлическихъ растворовъ. Здѣсь должно еще остановиться на вопросѣ имѣющемъ большую практическую важность: какъ долго нужно производить опыты, чтобы приобрести убѣжденіе въ доброкачественности гидравлическаго раствора.

Извѣстно, что нѣкоторые гидравлическіе растворы, отвердѣвши первоначально, по прошествіи болѣе или менѣе продолжительнаго времени разрушаются. Приводятъ нѣрѣдко примѣры нѣкоторыхъ французскихъ морскихъ сооружений, которыя разрушились по прошествіи 7—8 лѣтъ. На это нужно замѣнить, что всѣ обстоятельства, обуславливающія разрушеніе цементнаго раствора первоначально отвердѣвшаго (присутствіе гипса, магнезій, неоднородность въ составѣ, неодинаковая величина зеренъ цемента), проявляются не позже 100—200 дней. Неизвѣстно ни одного точно обследованнаго факта, который-бы показывалъ, что цементный растворъ, сохраняющійся въ теченіе года, безъ всякихъ признаковъ разрушенія, началъ-бы потомъ разлагаться. Приведенный примѣръ разрушенія молотъ во французскихъ портахъ, по истеченіи 7—9 лѣтъ, не имѣетъ рѣшающаго значенія, ибо разрушеніе мола, по прошествіи 7—9 лѣтъ, не доказываетъ еще, что и гидравлическіе растворы, на которыхъ были выведены молы, начали разрушаться чрезъ 7 лѣтъ. Никто не слѣдилъ за состояніемъ гидравлическихъ растворовъ, а, можетъ быть, они начали разрушаться непосредственно послѣ погруженія, но разложеніе, въ началѣ весьма медленное, прогрессивно увеличивалось до тѣхъ поръ, пока, наконецъ, обрушеніе мола не сдѣлалось для всѣхъ очевиднымъ.

Изъ сказаннаго слѣдуетъ, что отвердѣвшій гидравлическій растворъ, сохранившійся въ теченіе года и по прошествіи этого времени не показывающій никакихъ признаковъ разрушенія или ослабленія прочности, представляетъ ручательство и въ дальнѣйшемъ его сохраненіи. А потому, двухлѣтній срокъ, для испытанія прочности массивовъ, можно считать вполне достаточнымъ для убѣжденія производителя опытовъ въ неразрушаемой прочности массивовъ.

Резюмируя теперь въ немногихъ словахъ все вышеизложенное

о сохраняемости бетонных массивовъ въ морской водѣ, мы можемъ сказать: *Бетонный массивъ, приовленный изъ гидравлическаго раствора, доброкачественность котораго доказана двухлѣтними практическими испытаніями, будетъ сохраняться въ морской водѣ безъ разрушенія, если только массивъ имѣетъ достаточную однородность, плотность и водонепроницаемость.*

Обращаясь теперь къ вопросу о разрушеніи массивовъ въ Одесскомъ портѣ, мы отмѣтимъ прежде всего слѣдующіе факты.

1) При работахъ по ушпренію Одесскаго порта, въ теченіе 4 лѣтъ, положено въ воду до 6 тысячъ массивовъ, какъ пущцоланныхъ, такъ и цементныхъ, которые сохраняются въ отлпчномъ влдѣ, безъ всякихъ признаковъ разрушенія.

2) Поднятый изъ воды пущцоланный массивъ опытныхъ работъ г. Августиновича, пролежавшій въ водѣ около 6 лѣтъ, оказался вполне сохранившимся.

3) Изъ числа разброшенныхъ бурю массивовъ большая часть оказалась вполне сохранившейся и безъ всякихъ признаковъ химическаго разложенія.

4) Между побитыми массивами съ признаками химическаго разложенія оказалось не мало такихъ, у которыхъ, при очевидномъ поврежденіи нѣкоторыхъ частей, углы, бока и другія части сохранились вполне твердыми и безъ всякихъ признаковъ химическаго разложенія.

5) Всѣ побитые и съ признаками химическаго разложенія массивы суть изъ числа тѣхъ, которые стояли на стѣнкѣ и упали зимою въ воду или находились въ стѣнкѣ, но были разбросаны бурю.

6) Между массивами съ признаками химическаго разложенія, находятся, какъ пущцоланпческіе, такъ и цементные, причемъ составъ потековъ, найденныхъ въ мѣстахъ химическаго разложенія, какъ для тѣхъ, такъ и для другихъ массивовъ одинаковъ. Анализъ потековъ былъ сдѣланъ въ химической лабораторіи Новороссійскаго Унпверситета мною и профессоромъ Вернго.

Привожу здѣсь результаты этихъ анализовъ:

Составныя части.	№ 1.	№ 2.	№ 3.
Окиси кальція . . . . .	31,72%	31,60%	31,3
Окиси магнія . . . . .	26,12	27,10%	23,6

Составныя части.	№ 1.	№ 2.	№ 3.
Углекислоты. . . . .	40,64	20,03	20,0
Воды. . . . .		20,83	20,9
Кремнезема . . . . .	0,89	—	40,%

№ 1. Составъ потока пуццоланнаго, по анализу Шуляченко.

№ 2. Составъ потока изъ цементнаго массива, по анализу Шуляченко.

№ 3. Составъ потока, собраннаго на разныхъ массивахъ, по анализу профессора Вериго.

*Количество углекислоты и воды, въ отдѣльности, въ потокѣ № 1 не могло быть опредѣлено, по недостатку вещества.*

7) Массивы, положенные въ прошломъ году и вошедшіе въ составъ той части стѣны рейдоваго мола, которая была пощажена бурей, сохранились вполне и безъ всякихъ признаковъ химическаго разложенія. Въ этомъ я имѣлъ случай лично убѣдиться, спустившись для этого подъ воду въ скафандрѣ у стѣнки рейдоваго мола 7 августа 1872 года.

Изучая внимательно всѣ вышеприведенные факты, становится очевиднымъ, что какихъ бы кто воззрѣній, относительно дѣйствія морской воды на бетонные массивы, не держался, морская вода въ Одессѣ пощадила отъ разрушенія огромное число массивовъ, какъ пуццоланныхъ, такъ и цементныхъ. А какъ составъ морской воды въ Одессѣ одинаковъ, то причину разрушенія нѣкоторыхъ немногихъ массивовъ должно искать не въ химическомъ разлагающемъ дѣйствіи одесской морской воды.

Въ чемъ же нужно искать причины разрушенія, замѣченнаго на нѣкоторыхъ массивахъ въ Одесскомъ портѣ?

Очевидно, что если большинство массивовъ отлично сопротивляется дѣйствію морской воды, то немногіе, разрушенные массивы различались чѣмъ нибудь отъ сохранившихся. Въ чемъ же могло заключаться это различіе?

Массивы могли различаться:

1) Составомъ.

2) Однородностію и неодинаковою степенью плотности и водонепроницаемости.

Разсматривая критически вышеприведенныя причины различія сохранившихся и разрушенныхъ массивовъ, должно замѣтить:



1) Относительно состава:

Въ составъ разрушенныхъ массивовъ вошли пуццолана изъ раскопокъ Манчини и известъ не подольская, а балаклавская, изъ балаклавскаго мрамора. По наведеннымъ, чрезъ наше Посольство, въ Римѣ, справкамъ, оказалось, что карьеры италіанской пуццоланы, принадлежавшіе Непоти, перешли въ собственность Манчини и что, слѣдовательно, нѣтъ особенной разницы между пуццоланою Манчини и Непоти, что также отчасти подтвердилось и химическимъ анализомъ профессора Вериго. Что же касается балаклавской извести, употребленной взамиъ подольской, то замѣна одной извести другою не могла повліять на прочность массива.

Другія составныя части пуццоланныхъ массивовъ остались тѣ же, и все перемѣшивалось въ той же пропорціи, которая была принята и для опытныхъ массивовъ. И такъ, составъ остался тотъ же, пропорція составныхъ частей та же, откуда слѣдуетъ, что не въ различіи состава должно искать причинъ разрушенія массивовъ, что, впрочемъ, можно было видѣть уже изъ того, что не на всѣхъ массивахъ, приготовленныхъ изъ пуццоланы Манчини и балаклавской извести, замѣчены трещины и признаки химическаго разложенія, а только на нѣкоторыхъ, немногихъ.

Сверхъ того, на нѣкоторыхъ изъ цементныхъ массивовъ, упавшихъ въ море, также замѣчены признаки химическаго разложенія и притомъ вполне сходныя съ таковыми же на пуццоланныхъ массивахъ, какъ это можно видѣть изъ выше приведенныхъ анализовъ потековъ, собранныхъ на пуццолановыхъ и цементныхъ массивахъ. Но, такъ какъ составъ цементныхъ массивовъ, отъ начала работъ и до сихъ поръ, всегда былъ одинъ и тотъ же, то это также служить доказательствомъ, что не въ различіи состава должно видѣть причину замѣченныхъ признаковъ разложенія массивовъ.

2) Относительно неоднородности, неодинаковой степени плотности и водонепроницаемости:

Хотя на заводахъ, приготовляющихъ пуццоланнческіе и цементные массивы, и приняты возможныя предосторожности къ предохраненію отъ неоднородности въ составѣ массивовъ, тѣмъ не менѣе, очевидно, что, при фабрикаціи большаго числа массивовъ, невозможно достигнуть полной однородности во всѣхъ массивахъ; неоднородность же въ составѣ, конечно, можетъ повліять на качество массивовъ. Но,

однако, множество массивовъ, отлично сохранившихся въ Одесскомъ портѣ, показываютъ, что обстоятельству этому не можетъ быть приписано большаго значенія.

Что же касается неодинаковой водонепроницаемости, то не-трудно видѣть, что побитые массивы въ этомъ отношеніи находились въ особенно неблагоприятныхъ обстоятельствахъ. Почти всѣ они стояли зимою на низкой стѣнкѣ, обмываемые нерѣдко перекатывающейся черезъ нихъ волною. Подвергаясь въ тоже время дѣйствію мороза, въ неполнѣ еще окрѣпшемъ состояніи, они неминуемо должны были понести сильныя поврежденія, въ отношеніи прочности и водонепроницаемости. И на самомъ дѣлѣ, вся наружная поверхность массивовъ, наиболее прочная, имѣющая, по предъидущему, столь важное значеніе для охраненія прочности массивовъ, уничтожена на массивахъ, подвергавшихся дѣйствію мороза и всплесковъ морской волны. Они представляются какъ бы ободранными. На нѣкоторыхъ изъ нихъ образовались въ углахъ, на самыхъ слабыхъ частяхъ, трещины, а на одномъ замѣтно даже разрушеніе. Въ такомъ ослабленномъ уже состояніи массивы сброшены бурей въ море съ высоты 20—30 футъ при грузѣ въ 900—1400 пуд. \*).

При этомъ массивы неизбежно должны были понести еще большія поврежденія. Части массивовъ отбивались, обнажая внутренность массивовъ, углы и бока мялись, появлялись трещины. Всѣ эти обстоятельства, уменьшая водонепроницаемость массивовъ, безъ сомнѣнія, способствовали проникновенію значительныхъ количествъ воды во внутренность массивовъ. Вода же, приходя въ непосредственное соприкосновеніе съ слабо защищаемою внутренностью массива, разрушала его, растворяя свободную известь и разлагая водную кремнеземную известь. Магнезіальныя соли, проникая вмѣстѣ съ водою, вступаютъ въ обмѣнъ съ известью, какъ свободною, такъ и кремнеземною, и тѣмъ еще усиливаютъ разложенія массива. Вотъ почему въ побитыхъ частяхъ массивовъ замѣтны потеки и бѣлая рыхлая масса, содержащая магнезію. И то и другое, конечно, составляетъ несомнѣнное доказательство химическаго взаимодѣйствія между солями, содержащимися въ морской водѣ, и составными ча-

---

\*) Въ водѣ массивы теряютъ часть своего вѣса, именно одна куб. саж., вѣсящей около 1400 пуд., теряетъ около 600 пуд. вѣсу,

стями массива, но такое взаимодействие сдѣлалось возможнымъ только вслѣдствіе механическихъ поврежденій разрыхлѣвшихъ, болѣе слабыхъ частей массива и допустившихъ просасываніе воды вмѣстѣ съ солями во внутрь массива. Такимъ образомъ, по моему мнѣнію: *Ослабленіе прочности массивовъ и ихъ водонепроницаемости, вслѣдствіе механическихъ поврежденій, есть вѣроятнѣйшая причина тѣхъ признаковъ химическаго разложенія, которые были замѣчены на нѣкоторыхъ изъ побитыхъ массивовъ.*

Стоимость нѣкоторыхъ единичныхъ работъ Одесскаго порта.	По цѣнамъ контрагента полк. Починякова закл. 25 іюля 1868 г.		По цѣнамъ комиссіи, бывшей въ концѣ 1874 г. подъ предв. Ст. Сов. Салова.	
	Руб.	Коп.	Руб.	Коп.
Кубическая сажень бетонныхъ массивовъ:				
Пущоцанныхъ . . . . .	128	56,59	170	62,92
Цементныхъ . . . . .	150	94,40	184	52,24
Подъемъ, передвиженіе и положеніе на мѣсто куб. саж. массива, считая краны, желѣзныя дороги, подмости и проч.				
Въ карантинный молъ . . . . .	30	50,02	34	23,24
Въ набережныя гавани . . . . .	10	86,19	45	96,51
Кубическая сажень бутовой кладки, изъ мѣстнаго плитнаго камня, на цементномъ растворѣ:				
На среднемъ растворѣ . . . . .	119	86,23	132	26,76
На слабомъ растворѣ . . . . .	98	22,05	118	99,2
Квадр. саж. облицовки тесаннымъ Аккерманскимъ камнемъ 75 куб. саж.	41	35,6	49	96,11
Кубическая сажень бетона:				
На сильномъ цементномъ растворѣ .	160	38,9	243	53,4
На среднемъ . . . . .	130	78,33	199	07,85
Кубическая сажень наброски естественнаго камня:				
Аккерманскаго . . . . .	46	51,37	63	50,31
Мѣстнаго:				
Изъ отдаленныхъ окрестностей . . .	{ 31	01,7	43	30,11
	{ 31	01,7	43	81,06

На основаніи всего вышеизложеннаго, я прихожу къ убѣжденію, что, продолжая фабрикацію пуццоланныхъ массивовъ, а также и цементныхъ, какъ это дѣлалось до сихъ поръ, и устраняя, по возможности, всѣ обстоятельства, которыя могутъ вредно вліять на плотность и водонепроницаемость массивовъ, нѣтъ никакого повода сомнѣваться въ прочности тѣхъ сооруженій, которыя нынѣ возводятся въ Одесскомъ портѣ. Подлинную подписалъ военный инженеръ капитанъ Шуляченко. 12 августа 1872 г. Одесса.



## № 4.

**Выписка изъ журнала особой, командированной по распоряженію Г. Министра Путей Сообщенія, Коммисіи по вопросу о поврежденіяхъ въ кладкѣ надводныхъ стѣнокъ сооруженій Одесскаго порта.**

(Коммисія состояла изъ инженеровъ: А. К. Гольмстрема, М. А. Лишина, А. А. Брандта и Чеховича).

---

16 Март кушаго 1889 года за № 271 Главный Инженеръ Новороссійскима коммерческихъ портовъ сдѣлалъ представленіе въ Коммисію по устройству коммерческихъ портовъ, въ которомъ объяснилъ, что старый цементный растворъ въ бутовой кладкѣ надводной стѣнки Рейдоваго мола совершенно разрушился, такъ что безъ него она оказалась кладкою на сухо. Предполагаемыя причины такого разрушенія раствора были разобраны Главнымъ Инженеромъ въ особомъ техническомъ актѣ, приложенномъ къ представленію. Въ числѣ этихъ причинъ было указано на движеніе надводной кладки при волненіи и, вслѣдствіе осадки всего мола, на несовершенство каменнаго матеріала, пропитывающагося влагою и промерзающаго, и, наконецъ, на несовершенство самой бутовой кладки изъ непостелистаго камня.

Ознакомившись предварительно изъ представленія Главнаго Инженера и другихъ документовъ съ положеніемъ дѣла о поврежденіяхъ въ портовыхъ сооруженіяхъ, Члены Совѣщанія приступили къ подробному ихъ осмотру. Для этой цѣли, въ нѣсколькихъ мѣстахъ Рейдоваго мола, а именно на 34, 45, 83, 222 саженьяхъ и у головы

мола, а также на 423 сажени волнолома, на глаголѣ, на 19 сажени портовой части Карантиннаго мола (считая от глаголя), на Военномъ и Платановскомъ молахъ была снята состоящая изъ Аккерманскаго камня облицовка и разобрана внутренняя бутовая кладка изъ мѣстнаго камня.

Во всѣхъ этихъ мѣстахъ, за исключеніемъ головы Рейдоваго мола, Военнаго и Платановскаго молонъ, было найдено, что какъ между облицовочными аккерманскими, такъ и между внутренними, такъ называемыми, мѣстными камнями растворъ, или совершенно на всю свою толщину превратился уже въ труху, или же постепенно въ нее превращается. Въ тѣхъ мѣстахъ, въ которыхъ еще не послѣдовало полнаго разрушенія раствора, между двумя слоями трухи, прилегающими къ поверхностямъ камней, сохранились еще плитки раствора, обыкновенно легко разламываемыя руками, иногда же еще довольно крѣпкія. Эти плитки какъ бы щелушатся со стороны аккерманскаго камня, со стороны же мѣстнаго камня разрушеніе происходитъ не щелушеніемъ раствора, а распаденіемъ на округленныя зерна. Въ иныхъ мѣстахъ, особенно на наружной сторонѣ Рейдоваго мола, растворъ, превратившійся въ труху, вымытъ волненіемъ. Вообще кладка надводныхъ стѣнокъ Рейдоваго мола, портовой части Карантиннаго мола и волнолома оказались дѣйствительно кладкою на сухо и по-видимому удерживается отъ разрушенія лишь наружною оболочкою, (облицовкою) сохраняемою тщательнымъ ремонтомъ, а именно ежегодною расшивкою наружныхъ швовъ и замѣною поврежденныхъ облицовочныхъ камней.

Въ кладкѣ парапета на головѣ Рейдоваго мола, произведенной весьма недавно, а именно въ 1886 году, растворъ оказался еще вполне цѣлъ. Въ кладкѣ же надводной стѣнки набережной Платановскаго мола оказалась труха и разрушающійся растворъ между облицовочными аккерманскими камнями, за расшивкою швовъ. Растворъ же въ постелистой бутовой кладкѣ стѣнки оказался вообще цѣлъ. Въ стѣнкѣ Военнаго мола растворъ оказался неповрежденнымъ. Во всѣхъ перечисленныхъ выше мѣстахъ были взяты образчики камня и раствора, прилагаемые при семъ по особой описи.

Обращаясь къ объясненію причинъ порчи раствора въ Одесскихъ сооруженіяхъ, Совѣщаніе должно было придти къ заключенію, что такая порча произошла не отъ дурныхъ качествъ раствора. Такое

знѣніе, конечно, требуетъ повѣрки и можетъ быть окончательно установлено лишь послѣ химическаго анализа разрушеннаго раствора. Однако, по мнѣнію Совѣщанія, оно подтверждается слѣдующими обстоятельствами:

1) Растворъ найденъ раскрошившимся одинаково въ нѣсколькихъ сооруженіяхъ, построенныхъ въ разное время разными подрядчиками. Невозможно предположить, чтобы употребляемый для кладки цементъ обладалъ всегда одинаковыми дурными качествами, или что, при приготовленіи раствора, дѣлалась всегда одна и та же ошибка.

2) Разрушеніе раствора начинается всегда съ поверхностей, прилегающихъ къ камню, а не внутри.

3) Если-бы разрушеніе раствора зависѣло отъ качества самаго раствора, то онъ долженъ былъ-бы разрушиться не только въ надводной бутовой кладкѣ, но и въ надводныхъ массивахъ. Между тѣмъ подробный осмотръ надводныхъ массивовъ укрѣпленія Карантиннаго мола показываетъ, что они держатся хорошо, и только около кусковъ Аккерманскаго камня, почему либо обнажившихся, замѣчается образованіе трещинъ. Установивъ такимъ образомъ, что разрушеніе кладки происходитъ не отъ дурныхъ качествъ раствора, совѣщаніе обратилось къ разсмотрѣнію другой составной части кладки, а именно камня.

При осмотрѣ на мѣстѣ различныхъ образцовъ Аккерманскаго и мѣстнаго камня, было усмотрѣно, что оба сорта камня весьма мягки, легко ломаются при подъемѣ ломомъ, весьма пористы, легко проникаются влагою и весьма легко отстаютъ отъ раствора даже въ тѣхъ мѣстахъ кладки, гдѣ растворъ повидимому еще совершенно цѣлъ.

Мѣстами камень настолько мягокъ, что безъ всякаго усилія раздавливается между пальцами. Кое гдѣ между камнями найдено желтое глинистое вещество, представляющее изъ себя разрушенный камень.

Между тѣмъ, по заявленію Главнаго Инженера и по наблюденіямъ совѣщанія, Аккерманскій и мѣстный камень, особенно первый, при полученіи изъ ломокъ, достаточно крѣпки, и при кладкѣ растворъ хорошо къ нимъ пристаеъ, проникая въ ихъ поры.

Такимъ образомъ, очевидно, что, послѣ укладки камня, въ немъ происходятъ подѣ дѣйствіемъ влаги и мороза, извѣстныя измѣненія, которыя, вѣроятно, прежде всего проявляются растрояствомъ связи между камнемъ и растворомъ.

При неизбѣжномъ движеніи сооруженій, вслѣдствіе осадки въ слабый грунтъ и ударовъ волнъ, связь эта окончательно нарушается и между растворомъ и камнемъ появляются замѣчаемыя особенно на расшивкѣ швовъ волосныя трещины, по которымъ влага получаетъ свободный доступъ во внутренность кладки. Надо полагать, что во время сильныхъ морозовъ вся кладка надводныхъ стѣнокъ промерзаетъ насквозь, причемъ морозъ дѣйствуетъ разрушающимъ образомъ, какъ на пропитанный влагою камень, такъ и на прилегающую къ камню поверхность раствора. Разрушенію раствора, можетъ быть, способствуетъ и химическое дѣйствіе на растворъ составныхъ частей камня въ присутствіи влаги. Это послѣднее обстоятельство, конечно, требуетъ особаго химическаго изслѣдованія. Меньшее разрушеніе раствора, замѣченное въ стѣнкахъ набережныхъ Платоновскаго и Военнаго молъ, повидимому, объясняется меньшимъ движеніемъ стѣнокъ, впрочемъ, и въ стѣнѣ Платоновскаго мола, со стороны гавани, гдѣ дѣйствіе увлажненія и промерзанія сильнѣе, замѣтно разрушеніе раствора.

Въ составъ массивовъ, изъ которыхъ сложены сооруженія Одесскаго порта, входитъ щебень, полученный отъ разбивки Анкерманскаго камня. Но этотъ щебень, повидимому, не оказываетъ вреднаго вліянія на массивы. Это можно объяснить тѣмъ, что, предварительно поступленія въ массивы, этотъ щебень нѣсколько очищается при самой разбивкѣ и затѣмъ обмывается. Кромѣ того, въ массивахъ Аккерманскій щебень, будучи окруженъ со всѣхъ сторонъ растворомъ, не замокаетъ и потому не можетъ оказать вреднаго вліянія на растворъ.

16-го Августа состоялось засѣданіе, во время котораго образчики камня и раствора, взятые изъ различныхъ сооруженій порта, были подробно осмотрѣны. Совѣщаніе пришло къ заключенію, что надводныя стѣнки Рейдоваго мола, волнолома и портовой части карантиннаго мола, при обнаруженныхъ въ нихъ качествахъ кладки, будутъ продолжать все болѣе и болѣе разрушаться отъ дѣйствія атмосферныхъ и другихъ причинъ, которыя вызвали обнаруженныя въ настоящее время поврежденія, и что потому крайне необходимо замѣнить кладку надводныхъ стѣнокъ этихъ сооруженій новою, болѣе прочною.

Что же касается надводныхъ стѣнокъ набережныхъ во внутреннихъ гаваняхъ порта, то, по мнѣнію совѣщанія, состояніе ихъ каменной кладки въ настоящее время еще небезнадежно и не вызываетъ необходимости капитальнаго исправленія или перекладки заново.



Обращаясь къ вопросу—какой матеріаль употребить для новой кладки въ стѣнкахъ сооруженій, Совѣщаніе должно было признать, что мѣстный бутовый камень представляетъ изъ себя чрезвычайно дурной матеріаль, какой вовсе не долженъ быть допускаемъ къ употребленію въ сооруженіяхъ. Аккерманскій же плитный камень, по мнѣнію Совѣщанія, можетъ быть допущенъ, но лишь для бученія надводныхъ стѣнокъ, неподвергающихся ударамъ волнъ и, притомъ непременно подъ гранитною облицовкою.

Изъятіе изъ употребленія мѣстнаго камня и ограниченіе примѣненія Аккерманскаго камня, по мнѣнію Совѣщанія, представляется тѣмъ болѣе полезнымъ, что, по заявленію Главнаго Инженера, оба сорта камня, вслѣдствіе истощенія ломокъ, постепенно ухудшаются въ качествахъ. Къ примѣненію же Аккерманскаго щебня для выдѣлки массивовъ, повидимому, не встрѣчается препятствій.

Что же касается перекладки надводныхъ стѣнокъ Рейдоваго мола, волнолома и портовой части Карантиннаго мола, подверженныхъ ударамъ волнъ, то Совѣщаніе нашло настоятельно необходимымъ примѣнять въ работахъ исключительно гранитный камень, какъ для бутовой кладки, такъ равно и для облицовки.

Отдѣльные массивы, входящіе въ составъ Рейдоваго мола, по заявленію Главнаго Инженера, цѣлы. Поэтому Совѣщаніе не усмотрѣло препятствій къ введенію ихъ въ новую гранитную кладку.

Гранитной кладкѣ Совѣщаніе отдало предпочтеніе передъ бетонною, которая также, повидимому, представляется цѣлесообразною, въ виду того, что гранитная облицовочная кладка значительно крѣпче бетонной и вполне испытана во многихъ сооруженіяхъ, а также потому, что гранитъ есть матеріаль вполне безукоризненный во всѣхъ отношеніяхъ, и доброкачественность кладки изъ него не подвержена никакимъ случайностямъ. Кромѣ того, гранитная кладка представляетъ еще то преимущество, что при возможныхъ поврежденіяхъ, камень всегда вновь можетъ быть употребленъ въ дѣло, чѣмъ удешевляется производство самаго ремонта.

По поводу срока исполненія работъ, Совѣщаніе пришло къ убѣжденію, что настоящее положеніе надводныхъ частей Рейдоваго мола, волнолома и портовой части Карантиннаго мола не представляетъ собою еще немедленной опасности, т. е. нѣтъ пока основанія предполагать, чтобы силою какой либо буря могла быть снесена вся

верхняя надстройка этих сооружений. Конечно, при отсутствии ремонта, она может быть уничтожена в небольшой сравнительно период времени, но, при производящемся в настоящее время тщательном исправлении облицовки, при расшивке швов и заполнении образующихся пустот, разрушения, вероятно, еще несколько лет будут иметь такой же местный характер, какой в них замечался и до нынѣ, вследствие сего, по мнѣнію Совѣщанія, нѣтъ настоящей необходимости в производствѣ перестройки сооружения одновременно в 1 или 2 года.

Однако съ другой стороны, съ теченіемъ времени поддержаніе сооружений текущимъ ремонтомъ должно становиться все труднѣе и труднѣе, и степень ихъ поврежденія постепенно должна становиться все болѣе и болѣе угрожающею. Поэтому, по мнѣнію Совѣщанія, слѣдуетъ назначить нѣкоторый опредѣленный срокъ, на примѣръ, 12 лѣтъ, для полной перекладки надводныхъ стѣнокъ, причѣмъ работу начать съ Рейдоваго мола, который будучи подверженъ большому дѣйствию волненія, представляетъ больше опасности разрушенія, чѣмъ волноломъ и портовая часть Карантиннаго мола.

Вслѣдствіе всего вышеизложеннаго Совѣщаніе полагало:

1) Не допускать впредь во вновь возводимыхъ сооруженияхъ примѣненія мѣстнаго камня въ бутовой кладкѣ сооружений Одесскаго порта.

2) Допускать Аккерманскій камень только для бутовой кладки сооружений, неподверженныхъ ударамъ волнъ, и притомъ непременно одѣвать такую кладку облицовкою изъ гранита.

3) Признать необходимымъ капитальное исправленіе надводныхъ стѣнокъ Рейдоваго мола, внѣшней стороны портовой части Карантиннаго мола и волнолома.

4) Для исправленія надводныхъ стѣнокъ сооружений разбирать всю бутовую кладку и облицовку, и разобранныю кладку замѣнять новою изъ гранита на цементномъ растворѣ 1 : 2½ съ облицовкою сколотымъ гранитомъ, горизонтальными рядами. Годный матеріалъ, полученный отъ разборки стѣнокъ, употреблять при ремонтѣ порта. Массивы, входящіе в настоящее время въ составъ бутовой кладки Рейдоваго мола, вновь ввести въ кладку \*).

---

\*) Съ такими положеніями въ комиссіи не послѣдовало согласія — такъ какъ, по мнѣнію нѣкоторыхъ, одною изъ причинъ поврежденія надводной кладки служитъ крайняя ея неоднородность изъ отдѣльныхъ массивовъ, и, такъ сказать, приклеенной къ ней облицовкой и бутовой кладкой между массивами.

5) Признать возможным распределение всей работы по перекладкѣ стѣнокъ, безъ прямой опасности для сопруженія, на продолжительный срокъ, не болѣе, однако, 12 лѣтъ, при непремѣнномъ условіи самаго тщательнаго поддержанія незамѣненныхъ частей кладки текущимъ ремонтомъ.

6) Работу по перекладкѣ Рейдоваго мола, какъ наиболѣе подверженнаго волненію и наиболѣе опаснаго, отнести на ближайшіе сроки.

7) Ходатайствовать передъ Коммиссіею по устройству коммерческихъ портовъ объ ассигнованіи на 1890 годъ особаго кредита, въ суммѣ 25000 руб., на капитальный ремонтъ оградительныхъ сооруженій Одесскаго порта для приступа, въ будущемъ же году, къ перекладкѣ наиболѣе опасныхъ частей надводной стѣнки Рейдоваго мола, независимо отъ перекладки надводной стѣнки на 20 пог. саженьяхъ, отъ 59 до 77 саж., разсмотрѣнной Совѣщаніемъ, по журналу № 2.



## № 5.

### Изъ статьи Д. Д. Гнусина:

„Обзоръ нѣкоторыхъ заграничныхъ портовъ“, помѣщенной въ приложеніи къ журналу Министерства Путей Сообщенія 1884 г.

---

#### Въ Гаврѣ.

Цементные растворы употребляются различнаго состава:

Для бетона основанія водослива, ограждающей дамбы и шлюза берется на куб. м. песку 500 кил. цемента, т. е. 1 часть цемента на  $2\frac{3}{4}$  ч. песку по объему. Для бетона основанія стѣнъ набережной, а также для стѣнъ колодцевъ, облицовки и кордона набережной и всей вообще кладки ограждающей дамбы на 1 куб. метръ песку 400 кил. цемента, т. е. на 1 ч. приходится почти  $3\frac{1}{2}$  ч. песку.

Наконецъ, для бетона, заполняющаго внутренности колодцевъ, 300 кил. цемента на 1 куб. м. песку, или на 1 ч. цемента около  $4\frac{1}{2}$  ч. песку.

Гидравлическая известь идетъ въ количествѣ 3 объемовъ на 5 объемовъ песку. Цементъ, быстро вяжущій, употребляется въ чистомъ видѣ.

Бетонъ составляется изъ 3 объемовъ гравета, на 2 объема раствора, какой бы ни былъ составъ послѣдняго.

#### С. Назеръ.

Бетонная кладка на растворѣ изъ 1 ч. порландъ-цемента и 3 ч. песку. Кладка изъ бута на растворѣ изъ 2 ч. гидравлической извести и 3 ч. песку. Гранитная облицовка на растворѣ изъ 2 ч. цемента на 5 ч. песка.

Бетонъ составляется изъ 2 ч. по объему раствора и 3 ч. щебня, котораго любое измѣреніе не превосходило 2 дюйма.

### Алжиръ.

Всѣ растворы для кладки и бетона приготовлялись изъ Тейльской извести. Пуццолановые растворы, прежде употреблявшіеся, нынѣ оставлены совершенно по ихъ непрочности. Тейльская известь, стоящая въ Алжирѣ 42 фр. за тонну, употребляется для массивовъ въ пропорціи 350 кил. на 1 куб. метръ песка, а для бетона 500 кил. на 1 куб. м. Для кладки 1 куб. м. массивовъ идетъ 0,35 к. м. раствора. Бетонъ для стѣнки набережной состоитъ изъ 1 куб. метра щебня и 0,66 куб. м. раствора. Растворы приготовляются машиннымъ способомъ, лакомобилемъ.

### Марсель.

Массивы для одежды наружнаго откоса дамбы, начиная съ глубины отъ 6 до 18 метр., дѣлались вначалѣ изъ бетона. Впослѣдствіи стали дѣлать ихъ исключительно изъ каменной кладки, во-первыхъ, потому что послѣдніе дешевле первыхъ, потребляютъ меньше раствора и не нуждаются въ формовочныхъ ящикахъ; во-вторыхъ, потому что камень, входя въ бутовые массивы въ большемъ количествѣ, нежели въ бетонные, увеличиваютъ, сравнительно съ послѣдними, ихъ прочность, ибо онъ во всякомъ случаѣ представляетъ болѣе сопротивленія дѣйствию морской воды, чѣмъ растворъ; и, наконецъ, потому что поверхность бутовыхъ массивовъ глаже, чѣмъ бетонныхъ, что для одежды набережныхъ довольно важно. Приводя эти доводы, считаю необходимымъ замѣтить, что они выражаютъ собою мнѣніе марсельскихъ инженеровъ. Что же касается до меня, то, отдавая полное преимущество бутовымъ массивамъ, въ случаѣ правильной ихъ укладки, какъ, напр., въ набережныхъ, я предпочелъ бы, тѣмъ не менѣе, имъ бетонные при наброскѣ, гдѣ для прочности требуется одинаковость сопротивленія по всѣмъ направленіямъ. Этимъ качествомъ бетонные массивы обладаютъ въ большей степени, нежели бутовые, хотя съ другой стороны остальные свойства послѣднихъ, можетъ быть, съ избыткомъ искупаютъ указанный недостатокъ.

Для 1 куб. м. бутоваго массива употреблялось камня 1,05 куб. м. и 0,44 куб. м. раствора. Послѣдній состоялъ изъ 350 кил. Тейльской извести на 1 куб. м. песку. Такъ какъ 1 куб. м. извести вѣситъ около 700 кил., то, слѣдовательно, въ растворъ клался 1 объемъ извести на 2 объема песку. А потому въ нашихъ мѣрахъ 1 куб. саж. кладки потребляла:

Камня . . . . .	1,05	куб. саж
Песку . . . . .	0,44	„ „
Извести . . . . .	0,22	„ „

Кромѣ массивовъ, въ Марсели набережныя строились еще изъ литаго бетона. Составъ бетона, вырабатываваясь опытомъ, съ теченіемъ времени измѣнялся. Въ болѣе новыхъ работахъ, какъ напримѣръ, въ bassin de vadoub и при постройкѣ мола въ Национальной гавани брали 3 объема камня на 2 объема раствора. Растворъ состоялъ изъ 400 кил. Тейльской извести на 1,07 к. м. песку.

#### Генуя.

Бетонные массивы приготовляются ручнымъ способомъ. Опытъ показалъ, что 2 массива пли  $4 \times 2 \times 6,75 \times 2 = 28$  куб. м. выдѣлывались 18 рабочими въ день, считая здѣсь всѣ работы по приготовленію щебня, раствора и бетона, укладку его въ формы и даже подвозку матеріаловъ къ мѣсту работъ, а массивовъ къ крану. Такимъ образомъ въ среднемъ одинъ человѣкъ дѣлаетъ въ день 1,556 куб. метр. Массивъ по приготовленіи остается въ формѣ въ теченіи 20 дней, а затѣмъ, еще сушится два мѣсяца на воздухѣ, прежде своего употребленія въ дѣло. Массивы приготавливаются изъ щебня, длиною не болѣе 5 сантиметровъ, изъ жирной извести и пуццолланы: римской и неаполитанской. Неаполитанская пуццоллана хорошо держится въ водѣ и потому идетъ только въ подводныхъ частяхъ сооруженія. Римская же употребляется въ подводныхъ и въ перемежномъ слоѣ. Растворъ для массивовъ, составляемый изъ 4-хъ частей извести и  $4\frac{1}{2}$  частей пуццолланы употребляется въ количествѣ  $4\frac{1}{2}$  частей на 7 частей щебня.

#### Фіуме.

Бетонъ употреблялся только въ мѣстахъ поврежденій набережныхъ и имѣлъ слѣдующій составъ: 0,7 частей щебня, 0,65 санторинской земли, 0,25 извести и 0,6 песку. Массивы бутовые, а не бетонные, приготавливались на растворѣ того же состава, что и для бетона, за исключеніемъ, конечно, щебня. Передъ укладкой ихъ весьма важно было выяснитъ вопросъ, черезъ сколько времени послѣ приготовленія, ихъ можно употреблять въ дѣло. Съ этою цѣлью обратились къ опыту. Три массива были брошены съ высоты  $1\frac{1}{2}$  метра, спустя 6, 8 и 12 недѣль по ихъ приготовленіи. Въ первомъ случаѣ массивъ развалился, во второмъ произошли незначительныя поврежденія и въ по-

слѣднемъ никакого поврежденія не замѣтно. Изъ этого заключили, что массивы можно смѣло употреблять въ дѣло черезъ три мѣсяца по ихъ приготовленіи. Практика вполне подтвердила справедливость этого вывода, такъ какъ изъ 3800 массивовъ, изъ которыхъ многіе при поврежденіяхъ набережной отъ осадки были передвигаемы 5—6 разъ, только 8 оказались поврежденными и изъ нихъ только 4 были совершенно негодны.

### Сулина.

Бетонъ и массивы дѣлались отчасти на пуццолланѣ, а главнымъ образомъ (изъ 15838 куб. метр. массивовъ, бетона и кладки на пуццолланѣ сдѣлано только 975 куб. метр., остальное же на цементномъ растворѣ), на портландъ-цементѣ, который передъ употребленіемъ въ дѣло подвергался испытанію на разрывъ. Онъ долженъ былъ выдержать черезъ 7 дней 9,3 пуда на кв. дюймъ.

Составъ бетоновъ и массивовъ виденъ изъ слѣдующихъ примѣровъ:

1) Для составленія литаго бетона для сѣверной дамбы употреблено: 1 куб. метр. портландъ-цемента (7 бочекъ), 1 куб. метр. песка и 2 куб. метр. гравія. Изъ этой смѣси выходило  $2\frac{1}{2}$  куб. метра бетона.

2) Для составленія литаго бетона для южной дамбы употреблено:

1 куб. метръ цемента,

2 куб. метра песка и 2 куб. метра гравія.

Изъ этого выходило  $3\frac{1}{3}$  куб. метра бетона.

Массивы были также различнаго состава.

Въ сдѣланныхъ на мѣстѣ работъ, для подводной части употреблялось:

1 куб. метръ цемента,

2 куб. метра песка и 5 гравія.

Изъ этого выходило  $5\frac{1}{3}$  куб. метр. кладки.

Массивы, сдѣланные на мѣстѣ надводной кладки, составляли:

1 куб. метръ цемента,

2 куб. метра песку и 2 куб. метра гравія

2 куб. метра камня.

Изъ этого выходило  $4\frac{2}{3}$  куб. метра кладки.

## № 6.

### Записка инженера О. Г. Зброжека.

#### **О нѣкоторыхъ условіяхъ прочности гидротехническихъ сооруженийъ.**

---

Вопросъ о пересмотрѣ правилъ приѣмки поргландскаго цемента для работъ приморскихъ сооруженийъ вытекаетъ несомнѣнно изъ желанія достигнуть въ сооруженияхъ этого рода нѣкоторой надежной прочности и долговѣчности.

Такъ какъ долговѣчность сооруженийъ зависитъ не только отъ качествъ, но и отъ способовъ употребленія входящихъ въ составъ ихъ матеріаловъ, то, признавая всю важность вопроса о пересмотрѣ правилъ приѣмки поргландскаго цемента, я позволю себѣ въ видахъ выясненія значенія этого вопроса, высказать нѣсколько нижеслѣдующихъ соображеній относительно условій прочности гидротехническихъ сооруженийъ вообще.

Не подлежитъ сомнѣнію, что разрушенія и поврежденія въ гидротехническихъ сооруженияхъ происходятъ отъ дѣйствія тѣхъ же силъ природы, которыми постоянно разрушается земная кора, дающая матеріалы для этихъ сооруженийъ.

Дѣйствіе разрушительныхъ силъ природы уже настолько хорошо изучено въ геологіи по отношенію къ земной корѣ и въ строительной многовѣковой практикѣ по отношенію къ гидротехническимъ сооружениямъ, что въ настоящее время, при современныхъ успѣхахъ строительной техники, казалось-бы представляется полная возмож-



ность, руководствуясь указаніями природы и рациональнаго строительнаго опыта, возводить болѣе или менѣе долговѣчныя гидротехническія сооруженія или по крайней мѣрѣ такія, которыя бы пережили своихъ строителей.

Тѣмъ не менѣе въ современной намъ строительной практикѣ встрѣчаются (у насъ и за границей) случаи крайней недолговѣчности гидротехническихъ сооруженій и въ особенности сооруженій приморскихъ.

Въ чемъ же слѣдуетъ искать причины этого печальнаго явленія?

Ихъ нельзя, очевидно, искать въ недостаткѣ средствъ для выбора, обработки и заготовленія надлежащихъ матеріаловъ или же въ недостаткѣ средствъ для надлежащаго исполненія работъ, потому что въ отношеніи всѣхъ этихъ средствъ, благодаря усиѣхамъ строительной техники, строитель настоящаго времени находится въ болѣе благопріятныхъ условіяхъ, чѣмъ строители прошлыхъ временъ.

Ихъ нельзя также искать вообще въ неудовлетворительности качества порландскаго цемента, какъ матеріала для растворовъ, преимущественно нынѣ употребляемаго въ гидротехническихъ сооруженіяхъ, потому что высокія качества этого матеріала, сравнительно со всѣми другими прежде употреблявшимися гидравлическими матеріалами, помимо лабораторныхъ испытаній, доказываются долговѣчностью громаднаго числа гидротехническихъ сооруженій, возведенныхъ на немъ.

Поэтому, за исключеніемъ тѣхъ рѣдкихъ случаевъ, въ коихъ недолговѣчность гидротехническихъ сооруженій, по явнымъ доказательствамъ, можетъ быть приписана особымъ неблагопріятнымъ качествамъ цемента, дурнаго изготовленія, допущеннаго въ дѣло по недосмотру или ошибкѣ въ пріемкѣ; причины недолговѣчности гидротехническихъ сооруженій вообще слѣдуетъ, по моему мнѣнію, прежде всего искать въ несоблюденіи тѣхъ правилъ прочнаго ихъ устройства, которыя вытекають изъ извѣстныхъ уже намъ указаній природы и опыта строительнаго искусства.

Будучи практикомъ строительнаго дѣла и зная слабыя его стороны, я ставлю это положеніе съ нѣкоторою увѣренностію и постараюсь пояснить его.

Какъ извѣстно, главными разрушительными дѣятелями природы въ земной корѣ и въ гидротехническихъ сооруженіяхъ являются: атмосфера, сила тяжести, механическая и химическая сила воды.

Вредныя дѣйствія силы тяжести и механической силы воды (напора, удара и течения), наиболѣе нагляднымъ образомъ проявляясь въ сооруженіяхъ, сосредоточиваютъ на себѣ вниманіе строителей, изучаются и, можно сказать, въ мѣрѣ возможности, всегда предотвращаются.

Что же касается вліяній атмосферы и химической силы воды, то мнѣ кажется, что въ настоящее время, въ борьбѣ съ болѣе замѣтными врагами прочности сооруженій, въ погонѣ за удешевленіемъ работъ и, можетъ быть, иногда вслѣдствіе непониманія отношенія этихъ вредныхъ силъ къ прочности сооруженій, имъ весьма часто и въ непростительномъ размѣрѣ пренебрегаютъ.

Химическая разрушительная сила воды и атмосферы въ природѣ, т. е. способность встрѣчающейся въ природѣ воды, при содѣйствіи атмосферныхъ газовъ, *растворять* каменные породы земной коры, давно выяснена геологическими изслѣдованіями; разрушительное дѣйствіе этой силы на каменные, въ особенности, гидротехническія сооруженія, также давно извѣстно въ строительной практикѣ и въ разное время (даже въ отдаленныя отъ насъ времена) ему противопоставлялись разныя средства.

Относительно способности водъ, встрѣчающихся въ природѣ, растворять каменные породы и матеріалы можно считать установленными слѣдующія положенія:

1) Вода, въ силу особыхъ свойствъ ея вещества, обладаетъ способностью смачивать всѣ нежирныя каменные породы, проникать въ самыя тончайшія поры этихъ породъ и растворять всѣ смачиваемыя или пропитываемыя ею породы въ большей или меньшей степени, такъ что, строго говоря, въ природѣ, вообще, почти нѣтъ каменныхъ породъ, совершенно нерастворимыхъ въ водѣ, а есть породы, лишь *практически нерастворимыя*, т. е. такъ мало растворимыя, что растворимость эту трудно измѣрить.

2) Растворяющая способность воды значительно увеличивается при разрушительномъ содѣйствіи атмосферы и если вода содержитъ въ себѣ кислородъ и въ особенности углекислоту.

3) Всѣ встрѣчающіяся въ природѣ естественныя воды содержатъ въ себѣ большія или меньшія количества разлагающихъ каменные породы газовъ; но между естественными водами наибольшая растворяющая сила встрѣчается въ почвенныхъ и ключевыхъ водахъ.

4) Содержаніе въ водѣ растворовъ солей не увеличиваетъ ея растворяющей силы, а потому естественныя воды, изобилующія только солями (напр. морскія воды) не обладаютъ особою силою растворенія горныхъ породъ, сравнительно съ другими водами; содержащіяся въ этого рода водахъ соли лишь въ нѣкоторыхъ случаяхъ вступаютъ въ процессъ обмѣннаго разложенія съ омываемыми ими породами.

5) Наибольшее растворяющее дѣйствіе вода оказываетъ при медленномъ движеніи по поверхности каменныхъ породъ и, въ особенности, просачиваясь чрезъ ихъ поры, трещины и разсѣлины.

6) Изъ каменныхъ породъ наиболѣе поддаются растворенію водою нѣкоторые песчаники, известняки и вообще кремнеизвестковыя породы.

Относительно растворяющаго дѣйствія воды, инженеръ Вагнеръ въ его сочиненіи „Приложеніе геологіи къ инженерному дѣлу“ говоритъ: „если мы обратимъ вниманіе на растворяющее дѣйствіе воды, то уже въ теченіе нѣсколькихъ десятковъ лѣтъ замѣтимъ поразительныя измѣненія на земной поверхности, вызванныя исключительнымъ вліяніемъ этого фактора. Если же вообразимъ непрерывное его дѣйствіе въ теченіе громаднаго промежутка времени, соотвѣтствующаго періоду образованія одной изъ геологическихъ системъ, то этотъ процессъ перемѣщенія веществъ земной коры приметъ такіе размѣры, что по истинѣ для сужденій о нихъ трудно найти критерій“.

Разрушительное разлагающее дѣйствіе атмосферы и растворяющее дѣйствіе воды проявляются въ гидротехническихъ сооруженіяхъ съ еще большею силою, чѣмъ въ каменныхъ породахъ земной коры, потому что гидротехническія сооруженія сравнительно съ массами каменныхъ породъ въ земной корѣ во 1-хъ болѣе открыты дѣйствію этихъ разрушителей, во 2-хъ, будучи сложены изъ отдѣльныхъ кусковъ горныхъ породъ, представляются болѣе проницаемыми для воды и атмосферныхъ газовъ.

Значительныя разрушенія гидротехническихъ сооруженій отъ химическаго дѣйствія атмосферы и воды совершаются главнымъ образомъ тремя путями:

1) Въ надводныхъ наружныхъ поверхностяхъ сооруженія — отъ непосредственнаго на нихъ дѣйствія атмосферныхъ газовъ и атмосферной воды.

2) Внутри надводной массы сооруженія — отъ дѣйствія проникаю-

щихъ въ нее путемъ вертикальныхъ фильтрацій (сверху внизъ) атмосферной воды и атмосферныхъ газовъ, увлекаемыхъ водою;

и 3) Внутри подводной массы сооруженія — отъ растворяющаго дѣйствія воды, проникающей въ нее путемъ боковыхъ и вертикальныхъ фильтрацій подъ вліяніемъ напора.

Эти три способа разрушенія гидротехническихъ сооруженій давнымъ давно извѣстны и противъ нихъ искони принимались слѣдующія мѣры:

Во 1-хъ, матеріаломъ для кладки и, въ особенности, для наружной облицовки (въ боковыхъ и верхнихъ граняхъ) гидротехническихъ сооруженій выбирались исключительно такія плотныя (не пористыя) твердыя породы камней, которыя по опыту или на основаніи тщательныхъ осмотровъ въ карьерахъ и обнаженіяхъ, признавались трудно поддающимися вывѣтриванію и растворенію въ водѣ. Во 2-хъ, такъ какъ швы между камнями, заполненные растворомъ, считались всегда самою слабою частью сооруженія и проводниками разрушительной силы внутрь его, то облицовка дѣлалась съ возможно тонкими швами и въ тѣхъ случаяхъ, когда сооруженіе подвергалось напору воды, могущему производить фильтраціи, въ нихъ прокладывался и тщательно зачеканивался листовой свинецъ; облицовочные камни при этомъ связывались между собою желѣзными связями и забутка за облицовкой клалась въ растворъ и защебенивалась возможно плотно; въ сооруженіяхъ, подверженныхъ боковому напору воды, избѣгали сквозныхъ горизонтальныхъ швовъ въ толщину сооруженія и швы облицовки закрывали сзади цѣльными камнями забутки. Для предотвращенія вертикальныхъ фильтрацій атмосферной воды въ надводныхъ частяхъ сооруженій, устраивался по возможности водонепроницаемый верхній покрытія изъ желѣза, мѣди, свинца или изъ большихъ каменныхъ лещадей съ зачеканкою швовъ между ними свинцомъ.

Такія обдуманно тщательно построенныя гидротехническія сооруженія, конечно, вообще отличались долговѣчностью, но въ тѣхъ случаяхъ, когда онѣ, несмотря на принятыя мѣры, по какимъ либо обстоятельствамъ подвергались разрушительному дѣйствію фильтрующихъ атмосферныхъ или напорныхъ водъ, въ нихъ происходили весьма значительныя слѣдующія разрушенія: камни облицовки не только песчаниковыхъ и известковыхъ, но даже гранитныхъ породъ оказывались въ наружныхъ кромкахъ своихъ обкрошившимися, какъ бы обглоданными, и иногда потрескавшимися и расклевшимися въ

массѣ; тѣ гнѣзда въ этихъ камняхъ, въ которыя были залиты свинцомъ желѣзныя связи, оказывались настолько раздѣденными, что связи вмѣстѣ со свинцомъ могли выниматься свободно, вмѣсто твердаго вещества гидравлическаго раствора въ массѣ кладки оказывался бурый зернистый порошокъ; песчаниковые, известковые камни, а иногда и кирпичъ желѣзнякъ, въ забуткѣ оказывались обратившимися въ такое щебнеобразное состояніе разрушенія, что оно удачно опредѣлялось на языкѣ русскаго каменщика терминомъ: камень „сгнилъ“ или „струхъ“.

Введеніе въ употребленіе портландскаго цемента составило эру въ дѣлѣ устройства гидротехническихъ сооружений.

Практическое изученіе этого матеріала привело къ слѣдующимъ заключеніямъ:

1) Портландскій цементъ хорошихъ качествъ, при надлежащей обработкѣ, даетъ съ хорошимъ чистымъ кварцевымъ пескомъ такіе растворы, которые послѣ затвердѣванія, *хотя и поддаются растворяющему дѣйствію воды*, но всетаки хорошо ему сопротивляются. Чѣмъ больше примѣсь песку, чѣмъ мельче песокъ, т. е. чѣмъ пористѣе растворъ, тѣмъ сопротивленіе его растворяющему дѣйствію воды слабѣе. Нечистота песку и ненадлежащія обработка и употребленіе раствора — влекутъ за собою значительное ослабленіе его устойчивости противъ растворяющаго дѣйствія воды. Растворы, въ коихъ всѣ пустоты между песчинками заполнены съ избыткомъ цементнымъ тѣстомъ и поверхности всѣхъ песчинокъ имъ облѣплены, оказываютъ, по затвердѣніи, такое же сопротивленіе растворяющему дѣйствію воды, какъ обыкновеннаго хорошаго качества песчаники и известняки. Этому условію примѣрно удовлетворяетъ хорошій растворъ съ 2-мя частями средняго чистаго кварцеваго песку. Чистый цементный растворъ хорошей обработки, безъ песку, обладаетъ большею устойчивостью противъ растворяющаго дѣйствія воды, чѣмъ обыкновенные известняки. Тощіе же растворы (съ примѣсью болѣе 3-хъ частей песку) и въ особенности при плохомъ пескѣ, при неудовлетворительной обработкѣ и ненадлежащемъ употребленіи, отъ дѣйствія фильтрующихся атмосферныхъ водъ и вообще водъ содержащихъ въ себѣ углекислоту, разрушаются по прошествіи одного года.

2) Хорошо обработанный растворъ портландскаго цемента съ примѣсью не болѣе 4-хъ объемовъ средняго кварцеваго песку (на 1 объемъ

цемента) весьма сильно сцѣпляется съ твердыми, чистыми, не пыльными, сухими (но не лишенными гигроскопической и волосной воды) поверхностями камней; при примѣси  $1\frac{1}{2}$  частей песку и менѣе, эта сила сцѣпленія раствора, напр., съ гранитомъ гангеудскимъ такъ велика, что, по прошествіи 4-хъ мѣсяцевъ, оторванный отъ раствора камень оставляетъ на поверхности раствора частицы своей массы въ видѣ табличекъ, блестоковъ и зеренъ.

Сила сцѣпленія раствора съ камнями вообще уменьшается съ увеличеніемъ примѣси песку, съ примѣсью болѣе мелкаго песку и отъ нечистоты песку.

Самый хорошій растворъ весьма слабо сцѣпляется и иногда вовсе не сцѣпляется съ пыльными, мокрыми и слишкомъ сухими (утратившими волосную и гигроскопическую влажность) поверхностями камней, а также съ поверхностью *всякаго начавшаго отвердѣвать и не вполне отвердѣваемаго цементнаго раствора*.

3) Цементный растворъ, заливаемый въ вертикальные швы между камнями, при самомъ сильномъ разжиженіи, весьма трудно и неплотно заполняетъ ихъ, если они имѣютъ ширину менѣе  $\frac{1}{8}$  дюйма; въ горизонтальныхъ швахъ слои положеннаго цементнаго раствора толщиной менѣе  $\frac{1}{8}$  дюйма не достигаютъ полной силы сцѣпленія съ камнями; изъ наружныхъ незакрытыхъ горизонтальныхъ швовъ толщиной болѣе  $\frac{1}{4}$  дюйма цементный растворъ вытекаетъ, отдѣляясь отъ поверхности положеннаго на немъ камня; поэтому — швы тесовой облицовки должны быть не менѣе  $\frac{1}{8}$  и не болѣе  $\frac{1}{4}$  дюйма; всѣ же наружные швы въ нетесовой кладкѣ, толщиной болѣе  $\frac{1}{4}$  дюйма, послѣ отвердѣванія въ нихъ раствора (черезъ 2—3 дня), должны быть расчищены и вновь расшиты густымъ болѣе крѣпкимъ растворомъ.

4) Растворъ цементный хорошо, крѣпко затвердѣваетъ и получаетъ надлежащее сцѣпленіе съ камнями въ томъ лишь случаѣ, если камни, послѣ посадки на растворъ или послѣ заливки растворомъ, не подвергаются никакимъ движеніямъ и сотрясеніямъ; поэтому камни должны такъ плотно сажаться на постели, чтобы неизбѣжная при работѣ ходьба по нимъ не вызывала въ нихъ никакихъ движеній и, кромѣ того, швы между ними должны щепениться съ осторожностью и такимъ порядкомъ, чтобы разщепенка не вызывала движеній въ прежде положенныхъ камняхъ.

5) Для возможно плотнаго и прочнаго заполнения швовъ кладки растворомъ и для достиженія надлежащаго его сцѣпленія съ камнями, въ особенности въ сооруженіяхъ, могущихъ подвергаться боковымъ напорнымъ фильтраціямъ, необходимо соблюдать слѣдующіе приемы: а) каждый рядъ бута долженъ быть укладываемъ такъ, чтобы растворъ изъ вертикальныхъ швовъ его отнюдь не выступалъ на его поверхность и не грязнилъ ее; смазываніе поверхности положеннаго ряда растворомъ (какъ это иногда допускается при употребленіи глиняныхъ и известковыхъ растворовъ) должно быть строго воспрещено; б) слѣдующій рядъ долженъ выкладываться по чистой и сухой (не потерявшей гигроскопической влажности) \*) поверхности прежде положеннаго ряда, съ предварительной забуткою неровностей въ немъ мелкими камнями на растворѣ, которыми одновременно заполняются и верхнія части вертикальныхъ швовъ нижняго ряда; в) подкладываніе подъ постели камней—щебня и мелкихъ камней, для выверстыванія верхней поверхности ряда, должно быть строго воспрещено.

6) Для достиженія хорошихъ результатовъ относительно крѣпкаго затвердѣванія и сцѣпленія цементныхъ растворовъ съ камнями должны быть соблюдаемы слѣдующія правила:

а) цементъ долженъ быть предварительно хорошо и равномерно перемѣшанъ съ пескомъ въ данной пропорціи, причемъ песокъ непременно долженъ быть сухой: сырость песка препятствуетъ равномерному распредѣленію цемента въ массѣ песка и въ результатѣ даетъ тѣже послѣдствія, какъ и излишняя, сверхъ нормы, примѣсь песку.

б) Сухая смѣсь цемента и песка должна быть хорошо обработана въ растворъ съ достаточнымъ количествомъ воды.

в) Растворъ долженъ быть употребленъ въ работу въ періодъ отъ момента полнаго *затворенія* до момента начала *затвердѣванія*.

г) Соответственно потребностямъ работъ растворъ можетъ быть тройкой густоты: жидкій—для заливки, средней густоты—для кладки и рассыпчатый—для приготовленія искусственныхъ камней трамбованіемъ.

---

\*) Если поверхность ряда утратила гигроскопическую влажность, что бываетъ въ сухую жаркую погоду лѣтомъ, то она должна быть spryснута водою съ голика.

*Жидкій растворъ* долженъ быть обрабатываемъ тщательнымъ, быстрымъ размѣшиваніемъ смѣси цемента и песку съ такимъ количествомъ воды, которое необходимо для образованія массы — вида густыхъ сливокъ, удобной для заливки.

Такъ какъ отъ разжиженія до такой степени растворъ значительно теряетъ въ силѣ отвердѣванія и сцѣпленія, то жидкіе растворы должны быть заготовляемы съ небольшими примѣсами песку — не болѣе  $1\frac{1}{2}$  частей.

*Растворъ средней густоты для кладки* долженъ быть тщательно обрабатываемъ мятемъ смѣси цемента и песку съ количествомъ воды, достаточнымъ для *затворенія* цемента. Явленіе *затворенія цемента* заключается въ томъ, что послѣ постепеннаго прилитія нѣкотораго количества воды, растворъ, безъ дальнѣйшей прибавки воды, отъ одного только мятя начинаеть самъ разжижаться. Начало саморазжиженія раствора есть начало его *затворенія*. Количество воды необходимое для затворенія цемента зависитъ отъ свойствъ цемента, количества и качества песка; опредѣлить его въ точности очень трудно и на практикѣ берется то количество, при которомъ *затвореніе* наступаетъ легко, безъ особо тяжелой работы, т. е. количество нѣсколько большее дѣйствительно потребнаго. При этомъ однако же слѣдуетъ имѣть въ виду, что нѣкоторый излишекъ воды въ растворѣ менѣе вреденъ, чѣмъ недостатокъ ея, потому что небольшой излишекъ воды лишь нѣсколько ослабляетъ величину силы крѣпкости и сцѣпленія раствора, не нарушая правильности процесса его отвердѣванія, тогда какъ недостатокъ воды въ растворѣ нарушаетъ правильный ходъ гидратациі цемента и можетъ имѣть послѣдствіемъ постепенное разрушеніе отвердѣвшаго раствора. Наступающее съ начала затворенія постепенное саморазжиженіе раствора, при дальнѣйшей его обработкѣ, достигаетъ своего максимума, послѣ чего начинается постепенное сгущеніе раствора, сопровождающееся выдѣленіемъ чистой воды. Начало этого процесса сгущенія есть начало схватыванія раствора. По мѣрѣ дальнѣйшей обработки сгущеніе раствора усиливается и завершается образованіемъ какъ бы корки на поверхности раствора, съ выдѣленіемъ на ней слоя чистой воды — это есть моментъ конца схватыванія и начала *затвердѣванія* раствора, опредѣляемый терминомъ — *растворъ сылъ*. Съ этого момента дальнѣйшая переработка раствора разрушаетъ его и онъ не годится



для употребленія въ работу. Въ періодъ отъ начала до конца схватыванія растворъ называется *спылымъ* и даетъ наилучшіе результаты при употребленіи въ дѣло.

Продолжительность процесса схватыванія цементнаго раствора— вообще тѣмъ больше, чѣмъ болѣе разведенъ растворъ водою и нѣсколько увеличивается еще отъ размѣшиванія и мятъя его; но все-таки каждый цементъ имѣетъ свой предѣльный срокъ этого процесса, а потому цементные растворы должны быть заготавливаемы небольшими порціями соотвѣтственно ходу работъ и должны быть *безостановочно перерабатываемы до полного израсходования*.

Растворъ средней густоты употребляется также для изготовленія бетона, какъ для сухой, такъ и для подводной кладки. Заготовленный съ такимъ растворомъ бетонъ — въ сухой кладкѣ требуетъ небольшого утрамбованія для сближенія отдѣльных щебенковъ между собою.

Подъ воду же такого рода бетонъ долженъ быть опускаемъ не ранѣе того, какъ въ немъ, замѣтно, процессъ схватыванія раствора придетъ къ концу, причѣмъ погруженіе его должно быть производимо безъ всякаго утрамбованія, по возможности большими массами, непрерывно и такъ, чтобы массы бетона при своемъ паденіи на подготовленное основаніе проходили возможно меньшій слой воды.

Безъ принятія этихъ предосторожностей значительная часть раствора и даже весь растворъ можетъ быть вымытъ водою изъ бетона.

*Разсыпчатый растворъ* — для искусственныхъ камней долженъ быть приготовляемъ перемѣшиваніемъ смѣси цемента и песку съ такимъ возможно меньшимъ количествомъ воды, которое достаточно для *затворенія раствора при послѣдующей ударной обработкѣ его въ массу заготавлиаемаго камня*. Явленіе *затворенія* раствора въ этомъ случаѣ выражается тѣмъ, что отъ ударовъ трамбовками, сырое рассыпчатое тѣло его обращается въ *плотную пластическую массу*.

Опасный, по вышеобъясненнымъ причинамъ, недостатокъ воды въ рассыпчатомъ растворѣ выражается тѣмъ, что растворъ этотъ вслѣдствіе трамбованія, дѣлается пластичнымъ лишь на нѣкоторую глубину отъ трамбуемой поверхности, но не пріобрѣтаетъ пластичности во всей массѣ, излишекъ же воды въ рассыпчатомъ растворѣ, ослабляющій его и препятствующій надлежащему его сплотненію, выражается значительнымъ саморазжиженіемъ массы при трамбованіи.

Дѣйствительно потребное количество воды для рассыпчатого раствора зависить отъ способа обработки его и отъ толщины слоевъ, въ коихъ масса его трамбуется.

При ручномъ трамбованіи, обработка обыкновенно ведется слоями не толще 1 фута и количество потребной воды опредѣляется тѣмъ, чтобы слой массы такой толщины отъ непродолжительной работы трамбовками приходилъ въ *плотно-пластичное* состояніе во всей толщѣ.

Слабо смоченный водою цементъ, (какъ это имѣеть мѣсто въ рассыпчатомъ растворѣ), весьма быстро приходитъ въ отдѣльныхъ группахъ зеренъ въ состояніе полной гидратаци, поэтому перемѣшиваніе рассыпчатого раствора съ водою должно совершаться быстро и имѣть лишь цѣлью приведеніе его въ равномерно-смоченное и равномерно-рыхлое состояніе; приготовленный же такимъ образомъ растворъ долженъ поступать въ работу немедленно.

Каждый протрамбованный слой раствора долженъ быть покрываемъ послѣдующимъ слоемъ раствора немедленно послѣ достигнутого трамбованіемъ *затворенія*. Если новый слой раствора будетъ положенъ на слой, начавшій уже съ поверхности затвердѣвать, то надлежащаго сцѣпленія между слоями не будетъ.

Искусственные цементные камни могутъ быть приготовляемы изъ одного раствора цемента съ пескомъ и изъ смѣси этого раствора съ щебневымъ балластомъ разной крупности: мелкимъ, среднимъ и крупнымъ.

При приготовленіи камней со щебневымъ балластомъ, сухая смѣсь цемента съ пескомъ должна быть предварительно насухо смѣшиваема съ сухимъ же балластомъ. Въ этомъ случаѣ наилучшее смѣшеніе достигается, если баластъ примѣшивается послѣдовательно по степенямъ крупности, т. е. такъ, что сначала смѣшивается цементъ съ пескомъ, затѣмъ эта первая смѣсь смѣшивается съ мелкимъ балластомъ, затѣмъ эта вторая смѣсь смѣшивается со среднимъ балластомъ и, наконецъ, эта третья смѣсь смѣшивается съ крупнымъ балластомъ. Послѣ этого общая сухая смѣсь должна быть перемѣшана съ водою и обрабатываема, какъ выше сказано, для рассыпчатого раствора.

Для гидравлическихъ цѣлей основная смѣсь цемента съ пескомъ должна быть такова, чтобы пустоты въ пескѣ заполнялись съ избыткомъ растворомъ цемента (для чистаго кварцеваго песку средней

крупности не менѣе 1 части цемента на  $2\frac{1}{2}$  части песка); примѣсь же баласта должна быть такова, чтобы весь объемъ пустотъ баласта заполнялся растворомъ цемента съ пескомъ. Слѣдствіями недостатка цемента въ основномъ растворѣ и недостачи основнаго раствора въ баластѣ являются слабость сцѣпленія и большая пористость массы искусственнаго камня, т. е. такія качества, при коихъ камень легко поддается растворяющему дѣйствию воды.

Строительная практика гидротехническихъ сооружений (акведуковъ, водопроводовъ, водостоконъ, плотинъ и мостовъ) доказала: во 1-хъ, что, руководствуясь вышеописанными основными положеніями относительно свойствъ портландскаго цемента и условій надлежащаго употребленія его въ дѣло, а также правилами строительнаго искусства вообще, можно устривать, при помощи портландскаго цемента, безъ желѣзныхъ связей и свинца въ кладкѣ и безъ металлическихъ покрытій, сооружения, хорошо сопротивляющіяся разрушительному химическому дѣйствию атмосферы и воды и вообще достаточно долговѣчныя, и во 2-хъ, что при несоблюденіи вышеописанныхъ условій надлежащаго употребленія портландскаго цемента, сооружения всегда страдаютъ болѣе или менѣе значительною *пористостью* и, подъ вліяніемъ фільтрацій воды и атмосферныхъ газовъ, подвергаются болѣе или менѣе скорымъ разрушеніямъ, которыя выражаются совершенно такими же явленіями, какія наблюдались и въ сооруженияхъ старой конструкціи, а именно: прежде всего въ нихъ происходитъ постепенное распадентіе твердаго тѣла цементнаго раствора въ порошкообразное состояніе въ наружныхъ швахъ и внутри массы кладки, затѣмъ идетъ постепенное раствореніе и распадентіе каменныхъ матеріаловъ.

Въ настоящее время мы видимъ такія случаи возведенія гидротехническихъ и въ особенности приморскихъ сооружений, въ которыхъ очевидно, игнорируются всѣ вышеобъясненныя мною данныя относительно разрушительнаго химическаго дѣйствія атмосферы и воды и всѣ указанія раціональнаго опыта строительнаго искусства.

Мы видимъ, что во многихъ случаяхъ:

1) Каменные матеріалы для гидротехническаго сооружения выбираются по лабораторнымъ испытаніямъ, главнымъ образомъ, относительно сопротивленія механическимъ усиліямъ давленія и мороза, безъ надлежащаго соображенія объ ихъ сопротивленіи разлагающему

дѣйствию атмосферы и растворяющему дѣйствию воды и безъ всякаго соображенія о томъ, можно ли, при обыкновенныхъ условіяхъ работы, рассчитывать на крѣпкое сцѣпленіе съ ними цементныхъ растворовъ.

2) Цементные растворы назначаются самые тощіе, причемъ пропорціи песку и цемента опредѣляются безъ всякаго соображенія со степенью крупности и прочими качествами того песку, который будетъ употребляться въ дѣло.

3) Устройство каменной кладки на цементныхъ растворахъ назначается въ такихъ условіяхъ (напр. на волноломахъ и молахъ подверженныхъ частымъ сильнымъ волненіямъ), при коихъ надлежащее исполненіе работы кладки немыслимо.

4) Работы производятся по такимъ низкимъ цѣнамъ, что ихъ исполняютъ, обыкновенно, не мастера каменнаго гидротехническаго дѣла, а разные кирпичники, неудавшіеся печники, штукатуры и т. п. однимъ словомъ люди неопытные и незнающіе дѣла.

5) При всѣхъ этихъ условіяхъ въ исполненіи, неизбежно совершаются отступленія не только отъ идеаловъ, но даже отъ элементарныхъ требованій хорошей работы: цементъ смѣшивается нерѣдко съ сырымъ и даже мокрымъ пескомъ, сѣвшій растворъ смѣшивается со свѣжимъ и идетъ въ дѣло, работа идетъ подъ палящими лучами солнца и никакихъ мѣръ противъ чрезмѣрнаго высыханія каменныхъ матеріаловъ и противъ усушки растворовъ не принимается, поверхности слоевъ кладки замазываются растворомъ (какъ въ печахъ) и т. д., и т. д.

Если мы представимъ себѣ: съ одной стороны — въ исполненіи гидротехническаго сооруженія перечисленныя неблагоприятныя условія, хотя бы не во всей совокупности, а лишь въ большей или меньшей степени, съ другой — упорное дѣйствіе разрушительныхъ химическихъ силъ атмосферы и воды; то само собою разумѣется, мы не можемъ придти ни къ какому другому заключенію, кромѣ того, что сооруженіе это должно болѣе или менѣе скоро разрушиться.

Если нѣкоторыя изъ сооруженій, возведенныхъ такимъ плохимъ порядкомъ стоятъ болѣе или менѣе продолжительное время и даютъ какъ бы поводъ къ оправданію пріемовъ, примененныхъ къ ихъ исполненію, то это объясняется лишь тѣмъ, что таже природа, ко-

торая разрушаетъ наши сооруженія, въ нѣкоторой, иногда довольно чувствительной степени, сама себѣ противудѣйствуетъ.

Такъ, всѣ воды въ природѣ, могущія разрушать сооруженія, содержатъ въ себѣ болѣе или менѣе значительныя примѣси взвѣшенныхъ и растворенныхъ минеральныхъ и органическихъ веществъ. Вступая въ поры сооруженія, воды эти сами себѣ въ нѣкоторыхъ случаяхъ заграждаютъ ходъ отложеніями взвѣшенныхъ, а иногда и растворенныхъ веществъ; кромѣ того, разрушая сооруженіе, онѣ иногда заграждаютъ себѣ ходъ продуктами же своей дѣятельности, т. е. частицами разрушенной массы сооруженія.

Мнѣ приходилось видѣть нѣсколько неудачно построенныхъ каменныхъ водопроводныхъ сооруженій, плотинъ, набережныхъ, мостовыхъ устоевъ, и т. п., которые послѣ постройки обнаруживали довольно значительныя фильтраціи, угрожавшія ихъ долговѣчности; но по прошествіи нѣ котораго времени, фильтраціи эти прекратились и сооруженія, благодаря этому, стоятъ.

Въ заключеніе, я позволю себѣ сказать еще нѣсколько словъ спеціально о дѣйствіи разрушительныхъ химическихъ силъ природы на приморскія сооруженія.

Какъ видно изъ приведенной мною справки относительно химическаго дѣйствія воды вообще, соли морской воды не имѣютъ опаснаго значенія для сооруженій.

Существенное вліяніе на долговѣчность сооруженій въ морской водѣ, очевидно, могутъ оказывать лишь содержимыя ею газообразныя примѣси и тѣ условія относительно фильтрацій, въ коихъ сооруженія, стоящія въ морской водѣ, находятся.

Эти то послѣднія условія и имѣютъ наиболѣе важное значеніе въ вопросѣ долговѣчности приморскихъ сооруженій сравнительно съ другими сооруженіями.

Стоящія въ морѣ стѣны моловъ и волноломовъ, въ предѣлахъ той части ихъ по высотѣ, которая соотвѣтствуетъ полной высотѣ волнъ, подвергаются переменнымъ сильнымъ боковымъ напорнымъ давленіямъ воды, подъ вліяніемъ которыхъ въ нихъ могутъ происходить разрушительныя боковыя фильтраціи то въ одну, то въ другую сторону.

Падающіе сверху на эти сооруженія гребни и брызги волнъ, при отходѣ волнъ, устремляются съ большею силою внизъ и могутъ

производитъ вертикальныя фільтраціи въ верхнихъ частяхъ сооруженій. Эти оба рода фільтрацій, сопровождающіеся ударами воды, могутъ дѣйствовать гораздо разрушительнѣе, чѣмъ фільтрація происходящая отъ мертваго напора воды.

Кромѣ сего, верхнія надводныя части всѣхъ приморскихъ сооруженій подвергаются тому же разрушительному дѣйствію атмосферныхъ газовъ и воль, какъ и надводныя части всѣхъ другихъ гидротехническихъ сооруженій, а морскія набережныя подвергаются при этомъ иногда еще разрушительному дѣйствію наземныхъ и почвенныхъ воль, какъ и набережныя вообще.



## № 7.

### Изъ статьи „Бетонныя работы при постройкѣ набережной въ г. Николаевѣ“ Л. Бѣлявина, (Журн. Минист. Путей Сообщенія, № 4, 1889 г.).

Бетонъ обѣихъ слоевъ по проекту былъ назначенъ слѣдующаго состава: на одну куб. саж. щебня положено 0,37 куб. саж. раствора изъ одной части портландъ-цемента и  $2\frac{1}{2}$  ч. песка.

Производство работы было затруднено тѣмъ, что кладка находилась вблизи горизонта воды, *въ области волненія*.

Послѣднее не только вымывало растворъ изъ верхнихъ слоевъ бетона, но и всасывало его въ ниже-лежащій слой чистаго щебня. Для устраненія этого препятствія оставили несплленную переднюю свайную стѣнку, которая и оберегала бетонъ отъ волненія, но никакъ не могла уберечь его отъ спокойныхъ колебаній воды, зависящихъ отъ волнъ, существующихъ снаружи стѣнки. Эти колебанія, какъ показало наблюденіе, всасывая растворъ внизъ, дѣйствуютъ на бетонъ не менѣе прямаго волненія; кромѣ того стѣнка, возвышаясь надъ ординаромъ на 0,30—0,40 саж., допускала волнамъ, при небольшомъ повышеніи горизонта, перекатываться черезъ нее и производить еще болѣе вредное вліяніе на бетонъ.

При такихъ условіяхъ первый опытъ погруженія бетона нижняго слоя оказался неудачнымъ. По освидѣтельствованіи оказалось, что верхніе 0,12—0,15 саж. бетона представляютъ одинъ щебень. Такъ какъ по причинѣ мутности воды и проч. наблюденіе не давало точныхъ указаній, то прибѣгнули къ опыту. Взяли нѣсколько бочекъ,

въ днѣ которыхъ было просверлено нѣсколько отверстій; однѣ изъ бочекъ наполнили бетономъ, а другія слоемъ щебня въ 1 футъ и бетономъ и опустили въ воду на мѣстѣ работъ до глубины, гдѣ производилась работа. Черезъ 10 дней бочки вынули и разняли при этомъ оказалось, что въ бочкахъ, наполненныхъ щебнемъ и бетономъ растворъ наполнилъ слой щебня, а верхнія части бетона были безъ раствора. Въ бочкахъ, наполненныхъ однимъ бетономъ, произошло аналогичное явленіе—верхніе слои были вполнѣ лишены раствора. Изъ этихъ опытовъ получился несомнѣнный выводъ, что значительная часть раствора изъ бетона уходитъ внизъ въ лежащій подъ бетономъ щебень. Подобные же опыты, но произведенные въ лабораторіи въ стоячей водѣ, привели къ такимъ же результатамъ. Это обстоятельство навело на мысль, что не одно волненіе вліяетъ на уменьшеніе количества раствора въ верхнихъ частяхъ бетона, но и вообще при данныхъ условіяхъ употребленное для составленія бетона количество бетона—мало.

Чтобы получить хорошій бетонъ, надо, чтобы всѣ промежутки между щебенками были вполнѣ заполнены растворомъ—при такихъ условіяхъ и при отсутствіи размыва, бетонъ можетъ дать всей своей массою осадку, но никакимъ образомъ не могутъ одни слои освободиться отъ раствора въ пользу другихъ. Если же растворъ не вполнѣ заполняетъ промежутки между щебенками, то такое явленіе становится совершенно понятнымъ и неизбѣжнымъ. Прежде всего надлежало рѣшить вопросъ объ объемѣ пустотъ между щебенками. Для этого щебень за сутки до опыта опускали въ воду, чтобы онъ вполнѣ напитался водою; затѣмъ его вынимали и, давъ обсохнуть покрывавшей его водѣ, клали до верху въ деревянный, обитый внутри желѣзомъ ящикъ, объемомъ въ 1 футъ, при этомъ щебень много разъ перетряхивался и слегка утрамбовывался, чтобы достигнуть по возможности наибольшаго уплотненія. Затѣмъ въ ящикъ вливали воду до краевъ его, измѣряя количество вливаемой воды.

Щебень изъ мѣстнаго ракушечнаго камня былъ взятъ 4-хъ сортовъ:

- |    |         |                          |                 |          |
|----|---------|--------------------------|-----------------|----------|
| 1) | Щебень, | объемомъ въ 12,6 куб. д. | въ среднемъ 47% | пустотъ. |
| 2) | "       | " " " 3,7                | " " " "         | 47%      |
| 3) | "       | " " " 1,3                | " " " "         | 48%      |
| 4) | "       | " " " 0,5                | " " " "         | 46%      |



Смѣсь всѣхъ сортовъ по ровну . . . . .	43,5%	пустотъ.
Натуральный щебень . . . . .	44,8%	„

Опыты эти были повторены 12 Ноября 1887 года въ присутствіи дѣйст. стат. сов. Головачева и дали подобные же результаты.

Такимъ образомъ, количество пустотъ въ щебнѣ оказалось отъ 45% до 48% и слѣд. менѣе этого количества раствора нельзя назначать для полученія хорошаго бетона. Затѣмъ произведены еще опыты погруженія въ бочкахъ бетона съ 50, 55 и 60% раствора; опыты эти вообще показали достаточность въ бетонѣ 50% раствора. Поэтому техническое присутствіе, состоявшееся при работахъ 12 Ноября 1887 года подъ предсѣдательствомъ дѣйст. статск. совѣтн. Головачева, рѣшило употреблять для составленія бетона 50% раствора. Такъ какъ увеличеніе содержанія въ бетонѣ раствора до 50% значительно увеличило стоимость бетонной кладки, то былъ произведенъ на самомъ мѣстѣ рядъ испытаній, нельзя ли уменьшить стоимость кладки, вводя растворъ другаго состава, именно изъ 1 ч. цемента на 3½ части песка? Для этой цѣли на небольшомъ протяженіи загрузили бетонъ съ растворомъ указаннаго состава; по его отвердѣніи оказалось, однако, что онъ обладаетъ значительно меньшимъ сопротивленіемъ, нежели бетонъ съ растворомъ состава 1 на 2½; поэтому мысль объ измѣненіи состава раствора была оставлена и растворъ для бетона нижняго слоя окончательно прінять состава 1:2½.

Изъ вышеупомянутыхъ опытовъ было вычислено, что растворъ изъ бетона переходитъ въ щебень лежащій подъ бетономъ, который при этомъ дѣлается болѣе тощимъ. Для устраненія этого предполагали сначала дѣлать засыпку щебнемъ толщиною въ 0,05 саж., но способъ этотъ не достигъ своей цѣли и былъ отвергнутъ. Лучшимъ способомъ, судя по заграничнымъ работамъ, казалась, *подстилка подъ бетономъ полотна*.

Для выясненія пригодности этого способа зимою 1887—1888 г. былъ произведенъ опытъ; въ тепломъ помѣщеніи въ большой разъемный ящикъ положили: въ самый низъ слой чистаго щебня, толщиною въ 1 футъ, поверхъ него разостлали полотно, сшитое изъ подержанныхъ джутовыхъ мѣшковъ; полотно это не только покрывало поверхность щебня, но по стѣнкамъ ящика загибалось кверху и закрывало ихъ вполнѣ. Поверхъ полотна погрузили бетонъ, а

сверху налили воды. Послѣ 28 дневнаго отвердѣнія стѣнки были сняты, оказалось, что бетонъ окрѣпъ всею своею массою достаточно прочно; сквозь полотно прошла часть раствора настолько, однако, незначительная, что ни въ какомъ случаѣ не могла бы повліять на достоинство бетона. Этотъ опытъ наглядно доказалъ, что подстилка полотна подъ бетонъ достигаетъ своей цѣли—удерживаетъ растворъ отъ перехода изъ бетона въ щебень. Чтобы удержатъ и то небольшое количество раствора, которое перешло, можно употреблять матерію болѣе плотную, или положивъ въ нѣсколько рядовъ менѣе плотную, но едва ли расходы на устройство такой подстилки могутъ соотвѣтствовать выгодѣ при совершенномъ сохраненіи раствора въ бетонѣ.

Вышеозначенный опытъ привезъ къ рѣшенію: употреблять подъ бетонъ подстилку изъ холста или другой какой либо матеріи, что и осуществилось при открытіи работъ съ весны слѣдующаго года.

Бетонъ изъ портландъ-цемента Новороссійскаго завода и песка изъ праваго берега р. Буга приготовлялся на особомъ плоту.

Пропорція бетона составлялась такъ: брали 8 носилокъ щебня, 4 носилокъ песка и опредѣленное по вѣсу количество цемента. Для нижняго слоя бетона при составѣ раствора 1:2 $\frac{1}{2}$  цемента шло на зарядъ 4 пуда 32 фунта, для верхняго слоя при составѣ 1:3 — 4 пуда. Объемъ носилокъ равенъ 0,0052 куб. саж. Это количество составляло зарядъ или замѣсъ: объемъ одного замѣса бетона слѣд. былъ около 0,042 к. с. Цементъ хотя и рассчитывался по вѣсу, но вѣсъ его для одного замѣса былъ переведенъ для упрощенія манипуляціи также на объемъ, для чего были сдѣланы особыя носилки. Замѣшивали растворъ въ ручную. Замѣсъ производился такъ: прежде всего подъ навѣсомъ плота перемѣшивали между собой лопатами сухія порціи цемента и песка; работа эта производилась очень скоро, особенное вниманіе обращалось на возможно полное перемѣшиваніе цемента съ пескомъ. Одновременно съ этимъ на открытой платформѣ приготовляли потребное количество щебня, обливали его и затѣмъ смѣшивали съ сухою смѣсью песка и цемента; всю эту смѣсь при этомъ поливали водою въ такомъ количествѣ, чтобы она на ощупь производила впечатлѣніе мокраго песка, но отнюдь не было бы замѣтно избытка воды. Количество употребляемой воды въ разное время года и при разной погодѣ различно. Лѣтомъ въ среднемъ отъ 7 до 8 ве-

деръ воды на замѣсь, осенью же и весной отъ 5 до 6 ведеръ. Послѣ приготовления бетона его оставляли на открытой платформѣ вылеживаться, закрывая въ случаѣ дождя брезентомъ; цѣлью этого вылеживанія было уменьшеніе, на сколько возможно потери отъ размыва раствора при погруженіи бетона. Вылеживаться на воздухѣ бетонъ долженъ былъ до первыхъ признаковъ схватыванія; время это осенью и ранней весной было опредѣлено въ 4 часа, лѣтомъ же, по мѣрѣ повышенія температуры, срокъ этотъ постепенно сокращался и въ самое теплое время доходилъ до 1 часу и менѣе.

Выдержанный опредѣленное время на воздухѣ бетонъ погружался помощью воронки. Послѣ погруженія бетонъ пробовали укатывать чугунными катками обшитыми деревомъ, вѣсомъ  $3\frac{1}{2}$  пуда. При этомъ щебенка сдвигалась въ кучи. Тогда перешли къ трамбованію, но не непосредственному, а помощью передаточной болванки. На бетонъ ставилась выступающая изъ воды деревянная болванка, по которой производились удары трамбовкой,

Было вообще установлено, чтобы бетонныя работы велись только тогда, когда температура воздуха будетъ выше  $4^{\circ}R$ , а температура воды—выше  $5^{\circ}R$ . Единичная контрактная стоимость всѣхъ вышеописанныхъ работъ слѣдующая:

Загрузка нижняго слоя бетона при 50% раствора 1:2 $\frac{1}{2}$ , 1 куб. саж. . . . .	195 р. 78 к.
Залвка растворомъ состава 1:3 $\frac{1}{2}$ 1 к. с. . . . .	179 р. 78 к.
Настилка полотна на 1 пог. саж. набережн. . . . .	8 р.
Загрузка верхняго слоя бетона при 50% раствора 1:3, 1 куб. саж. . . . .	176 р. 26 к.



## № 8.

### ЗАМѢТКА

#### объ испытаніи цемента и его приѣмкѣ.

Инженера *Г. С. Семикольнова.*

---

Въ настоящее время при всѣхъ работахъ, производимыхъ, какъ самимъ Министерствомъ Путей Сообщенія, такъ и учрежденіямъ ему подвѣдомственнымъ, предписывается соблюдать нижеслѣдующія условія касательно цемента:

1) Цементъ долженъ браться съ русскихъ заводовъ. (Цѣль—развитіе отечественной промышленности).

2) Цементъ долженъ вполнѣ удовлетворять нормальнымъ условіямъ для поставки и приѣмки портландскихъ цементовъ, утвержденнымъ Господиномъ Министромъ Путей Сообщенія 19 Августа 1881 г., съ измѣненіямъ, объявленнымъ по Департаменту Шоссейныхъ и Водяныхъ сообщеній Правленіемъ Округовъ въ циркулярѣ отъ 12-го Сентября 1887 г. за № 5629. (Цѣль—желаніе заставить заводы вырабатывать продуктъ надлежащаго качества).

и 3) Цементъ долженъ на мѣстѣ работъ подвергаться испытаніямъ, которыя подробно излагаются въ контрактахъ, кондиціяхъ, условіяхъ и другихъ подобныхъ документахъ, на основаніи коихъ производятся работы по Министерству Путей Сообщенія. (Цѣль—убѣдиться, что заводы поставляютъ цементъ требуемаго качества).

Коль скоро Министерство предписываетъ брать цементъ съ русскихъ заводовъ и требуетъ вмѣстѣ съ тѣмъ, чтобы цементъ удовле-

творялъ нормальнымъ условіямъ и разнымъ другимъ постановленіямъ, то тѣмъ самымъ Министерство, хотя и косвенно, но совершенно ясно ручается, что на русскихъ заводахъ изготовляется цементъ какъ разъ такой, какой желательно Министерству.

Если свидѣтельство Министерства вѣрно, то какая цѣль писать объ этомъ въ каждомъ условіи на работы, производимыя Министерствомъ, и зачѣмъ требовать испытанія цемента на мѣстѣ работъ? На оборотъ, если русскіе заводы не производятъ цемента надлежащаго качества, то контрагенту предоставляется возможность и право, опираясь на указанное свидѣтельство Министерства, сложить съ себя отвѣтственность за сроки исполненія работъ, такъ какъ контрагентъ вѣдь ни мало не виноватъ въ томъ, что заводы, съ которыхъ контрагентъ обязанъ брать цементъ, изготовляютъ цементъ ненадлежащаго качества.

Испытаніе цемента на самомъ мѣстѣ работъ совершенно непроизводительно, ибо каждый заводъ долженъ имѣть всѣ необходимыя приспособленія для испытаній и испытанія должны производиться, такъ какъ безъ того заводъ не можетъ быть убѣжденъ въ доброкачественности поставляемаго имъ матеріала. Во всякомъ случаѣ—изготавливаютъ-ли заводы дѣйствительно порландскій цементъ, или подъ этимъ названіемъ изготавливаютъ и продаютъ какой-либо другой продуктъ — испытаніе не имѣетъ никакого другаго смысла, кромѣ контролированія заводовъ, — и трудно понять, почему въ такомъ контролѣ непременно долженъ участвовать расходами и прочими потерями отъ проволоочки времени каждый контрагентъ Министерства?

Испытаніе цемента на мѣстѣ работъ есть великая помѣха для работъ и очень дорого обходится контрагенту—слѣдовательно, и самому Министерству, такъ какъ контрагентъ въ сущности есть повѣренный Министерства, отъ котораго всего болѣе зависитъ успѣхъ работъ и стоимость ихъ. Для совершенія всѣхъ операций, предписываемыхъ нынѣшними контрактными условіями, контрагентъ вынужденъ имѣть особаго техника съ однимъ или двумя помощниками изъ рабочихъ, долженъ имѣть наборъ инструментовъ и разной посуды, наконецъ долженъ имѣть особое помѣщеніе для изготовленія и склада образчиковъ и производства опытовъ; расходы на все это, разумѣется, падаютъ на стоимость цемента. Съ другой стороны, чтобы не задерживать производства работъ, контрагентъ обязанъ держать большіе партіи

цемента въ складахъ, уплачивая за то проценты безъ всякой пользы для дѣла. Такимъ образомъ, если необходимо приготовить ежедневно по 40 куб. саж. массивовъ,— а это для Либавы весьма умеренная норма—то ежедневный расходъ цемента составитъ болѣе 400 бочекъ и для 28 дневнаго испытанія необходимо имѣть непркосновенный запасъ въ  $400 \times 28 = 11200$  бочекъ на сумму болѣе 75000 руб.; а въ дѣйствительности, на случай задержки въ испытаніяхъ, которая легко можетъ произойти, напримѣръ, хотя-бы вслѣдствіе неудачнаго изготовленія образчиковъ, необходимо имѣть запасъ не менѣе двойнаго количества, т. е. на сумму болѣе 150000 руб. Изъятіе такого значительнаго капитала изъ работъ, несомнѣнно обходится очень дорого.

Принятый нынѣ Министерствомъ Путей Сообщенія контроль цемента имѣеть, въ сущности, форму рекламы цементнымъ заводамъ, которая дѣлается на счетъ казны или контрагентовъ (т. е. опять таки на счетъ казны, такъ какъ контрагентъ расплачивается казенными деньгами), каковымъ обстоятельствомъ заводы весьма широко пользуются,—стоитъ только обратить вниманіе на то, что всякій заводъ, рекомендуя свой цементъ, непременно, подробно указываетъ, на какихъ казенныхъ работахъ этотъ цементъ уже употреблялся и какіе далъ результаты при испытаніяхъ, и, правду сказать, подобное указаніе всегда производитъ желаемый заводомъ эффектъ,—не неся при томъ никакой отвѣтственности за качество изготовленнаго имъ продукта. По принятымъ нынѣ Министерствомъ правиламъ, если цементъ, поставленный заводомъ, будетъ забракованъ, то за это отвѣчаетъ контрагентъ, или, что все одно и то же, само Министерство—если прямой потери, въ случаѣ браковки послѣ испытаній на мѣстѣ работъ, и не будетъ, то во всякомъ случаѣ послѣдуетъ косвенный убытокъ вслѣдствіе остановки работъ, какъ-то: уплата служащимъ и рабочимъ жалованья, содержаніе приспособленій, процентъ на капиталъ и проч., за все время остановки работъ—а заводъ по винѣ котораго произошла остановка работъ остается въ сторонѣ, такъ какъ ничто не препятствуетъ ему сбыть забракованный цементъ другимъ, менѣе требовательнымъ покупателямъ. Ожидать при такомъ порядкѣ надлежащаго развитія русскаго цементнаго производства нельзя.

Въ виду вышеизложеннаго необходимо и цѣлесообразно устроить контроль непосредственно надъ самими заводами на мѣстѣ производ-

ства цемента. Этотъ контроль можетъ быть осуществленъ хотя бы въ такой формѣ:

Заводъ, желающій поставлять *русскій* цементъ для работъ по Министерству Путей Сообщенія, долженъ подать заявленіе Министерству, что:

1) (Такой-то) заводъ обязуется подъ названіемъ „портландскій цементъ“ изготовлять и продавать *цементирующее вещество*, получаемое посредствомъ сильнаго обжига (до спеканія) тѣснѣйшимъ образомъ смѣшанныхъ между собою матеріаловъ, содержащихъ известь и глину, и затѣмъ раздробленіемъ въ тончайшій порошокъ полученнаго по обжигу продукта, безъ всякой подмѣси къ этому продукту послѣ обжига какихъ-либо веществъ.

2) Изготавливаемый заводомъ цементъ будетъ удовлетворять нормальнымъ условіямъ для поставки и пріемки портландскихъ цементовъ, утвержденнымъ Господиномъ Министромъ Путей Сообщенія 19 августа 1881 года, съ измѣненіями, объявленными по Департаменту Шоссейныхъ и Водяныхъ Сообщеній Правленіемъ Округовъ въ циркулярѣ отъ 12 Сентября 1887 года за № 5629.

3) Всякая партія цемента, доставляемая заводомъ на работы, состоящая въ вѣдомствѣ Министерства Путей Сообщенія, будетъ сопровождаться свидѣтельствомъ завода, что препровождаемый цементъ былъ испытанъ (тогда-то), оказался удовлетворяющимъ всѣмъ требованіямъ Министерства Путей Сообщенія и далъ при испытаніи результаты (такіе-то).

4) Заводъ подчиняется наблюденію Министерства Путей Сообщенія и предоставляетъ Министерству право черезъ посредство командированныхъ имъ лицъ слѣдить за производствомъ цемента на заводѣ и производить по данной имъ инструкціи всѣ потребныя испытанія цемента на заводѣ; и также брать образцы изготовленнаго цемента для испытаній въ лабораторіи Министерства Путей Сообщенія.

Заводъ, который согласится на вышеизложенныя условія, получаетъ отъ Министерства Путей Сообщенія свидѣтельство на право поставки изготавливаемаго имъ портландскаго цемента для всѣхъ работъ по вѣдомству этого Министерства.—Если бы при какомъ либо испытаніи оказалось, что приготавливаемый заводомъ портландскій цементъ не удовлетворяетъ требуемымъ условіямъ, то Министерство объявляетъ выданное заводу свидѣтельство недействительнымъ и

налагаетъ запрещеніе употреблять изготовляемый на этомъ заводѣ порландскій цементъ для работъ по вѣдомству Министерства Путей Сообщенія.

Необходимость имѣть свидѣтельство на право поставки порландскаго цемента для казенныхъ работъ заставитъ заводъ держать производство порландскаго цемента на требуемой высотѣ и, вмѣстѣ съ тѣмъ, дастъ возможность и частнымъ лицамъ получать дѣйствительно порландскій цементъ, а не нѣчто такое, что имѣетъ только одно названіе общее съ порландскимъ цементомъ.

Имѣть постоянныхъ агентовъ на заводахъ для наблюденія за производствомъ нѣтъ необходимости, такъ какъ постоянное занятіе испытаніями, не представляющимъ, говоря откровенно, особаго интереса, непремѣнно прискучитъ и вызоветъ равнодушное отношеніе къ дѣлу. Гораздо лучше время отъ времени командировать свѣдущихъ лицъ для осмотра завода и для испытанія имѣющагося въ наличности цемента. Необходимо только, чтобы заводъ былъ увѣренъ, что ревизія изготовляемаго имъ продукта можетъ быть произведена во всякую минуту. Потеря заводомъ свидѣтельства на право поставки цемента для правительственныхъ работъ будетъ почти равносильна закрытію завода, такъ какъ съ одной стороны несомнѣнно, что наибольшее количество цемента потребляется именно для правительственныхъ работъ, а съ другой—и частныя лица, узнавъ, что заводъ лишается права ставить свой цементъ для правительственныхъ работъ, сами стануть обходить этотъ заводъ.

Настоящее время самое удобное для введенія контроля надъ цементными заводами; дурной курсъ нашего рубля доставляетъ огромнѣйшія выгоды этимъ русскимъ заводамъ, и если бы цѣна нашего рубля поднялась до нормальной, то, для поддержанія нынѣшней цѣны русскаго цемента, потребовалось бы увеличить пошлину по крайней мѣрѣ въ  $3\frac{1}{2}$  раза т. е. до 30—35 коп. съ пуда.

Если указанный выше контроль надъ производствомъ русскаго порландскаго цемента будетъ введенъ въ дѣйствіе, то можно быть вполне увереннымъ, что заводами будетъ изготовляться цементъ требуемаго Министерствомъ качества, и въ такомъ случаѣ въ конціяхъ на работы необходимо и вмѣстѣ съ тѣмъ достаточно ввести нижеслѣдующія условія:

- 1) Контрагентъ обязанъ поставлять для работъ порландскій



цементъ русскихъ заводовъ, которые имѣютъ свидѣтельство Министерства Путей Сообщенія на право поставки портландскаго цемента для работъ этого Министерства.

2) Цементъ долженъ быть неподмоченный, въ бочкахъ, на которыхъ должно быть точно обозначено, что это портландскій цементъ, и написана фирма завода, на которомъ онъ изготовленъ. Цементъ до употребленія въ дѣло долженъ храниться въ закрытыхъ отъ воды помѣщеніяхъ.

3) Начальникъ работъ имѣетъ право изъ каждой, по его усмотрѣнію, партіи портландскаго цемента, поставленной на мѣсто работъ, выбирать образчики для представленія на испытаніе въ лабораторію Министерства Путей Сообщенія. Выборъ образчиковъ долженъ дѣлаться Начальникомъ работъ, по его усмотрѣнію, въ присутствіи контрагента или его повѣреннаго и представителя Контроля. — Взятые образчики должны быть ссыпаны въ особое помѣщеніе, вполне защищающее цементъ отъ дѣйствія воды, плотно укупоренное, и самое помѣщеніе должно быть опечатано печатями Начальника работъ, Контрагента и Представителя Контроля. О выемкѣ образчиковъ долженъ быть составленъ актъ, подписанный всѣми упомянутыми лицами, копія съ котораго должна быть препровождена вмѣстѣ съ образчиками.

4) Если цементъ съ русскихъ заводовъ нельзя будетъ получить вслѣдствіе распоряженія Министерства Путей Сообщенія, или вслѣдствіе недостатка цемента на русскихъ заводахъ, или же стоимость русскаго цемента будетъ выше иностраннаго, то контрагентъ имѣетъ право выписывать цементъ изъ заграницы съ обязанностью уплаты таможенной пошлины. Таковой цементъ долженъ удовлетворять нормальнымъ условіямъ для поставки и приѣмки портландскихъ цементовъ, утвержденнымъ Господиномъ Министромъ Путей Сообщенія 19 Августа 1881 года и послѣдующимъ дополненіямъ этихъ условій. Образчики для испытанія слѣдуетъ брать изъ каждой поставленной въ одинъ разъ партіи по расчету одинъ образчикъ на 200 бочекъ.

Взятые образчики должны подвергаться испытаніямъ, указаннымъ въ нормальныхъ условіяхъ и въ дополненіяхъ къ нимъ. — Если нѣкоторыя изъ взятыхъ пробъ не будутъ удовлетворять нормальнымъ условіямъ, тогда изъ той-же партіи берутъ пробы въ тройномъ противу перваго количества и вновь подвергаютъ испытанію. Если при

этомъ второмъ испытаніи болѣе 5 процентовъ (5%) взятыхъ пробъ дадутъ неудовлетворительный результатъ, то вся партія бракуется. Пробы должны браться по указанію Начальника работъ, въ присутствіи контрагента или его уполномоченнаго. Испытаніе цемента должно производиться на мѣстѣ работъ подѣ контролемъ Начальника работъ, въ присутствіи контрагента или его повѣреннаго, но, кромѣ того, образцы цемента должны высылаться въ Министество Путей Сообщенія. Для производства испытаній контрагентъ обязанъ приобрести на свой счетъ и предоставить въ распоряженіе Начальника работъ всѣ необходимыя для сего приборы, безъ особой за это платы отъ казны. Испытаніе цемента на мѣстѣ работъ должно производиться не позже, какъ за два мѣсяца до употребленія его въ дѣло.

**Инженеръ Г. Семиколѣновъ.**



## № 9.

### Записка Н. А. Бѣлелюбскаго по вопросу о химическомъ составѣ порландъ- цементовъ.

---

Какъ по дѣйствующимъ въ Россіи нормальнымъ условіямъ приѣмки порландъ-цементовъ, такъ и по всѣмъ заграничнымъ техническимъ условіямъ, за исключеніемъ французскихъ, доброкачественность порландъ-цементовъ повѣряется исключительно механическими испытаніями, признаваемыми вполне достаточными для приѣмки цемента. Во французскихъ условіяхъ для портовыхъ работъ даются указанія относительно гидравлическаго модуля, а также предѣльнаго содержанія сѣрной кислоты и окиси желѣза, и не имѣется какихъ либо ограниченій относительно магнезіи, вѣроятно, потому что самый вопросъ о вредномъ дѣйствіи магнезіи вызванъ былъ не въ виду приѣмки цементовъ для портовыхъ работъ, а вслѣдствіе обнаружившагося разрушенія значительнаго числа сухопутныхъ сооружений во Франціи. Исслѣдованія Lechartier цемента взятаго изъ означенныхъ сооружений, напечатанныя въ Comptes rendues Парижской Академіи Наукъ (1886 г.) возбуждали магнезіальный вопросъ въ Англіи и Германіи, гдѣ также обнаружены были поврежденія вслѣдствіе непостоянства объема цемента \*).

---

\*) По вопросу о дѣйствіи магнезіи на цементъ Н. А. Бѣлелюбскій имѣ сдѣланы были въ началѣ 1889 г. доклады въ Собраніи Инженеровъ и въ Техническомъ Обществѣ.

Тщательныя изслѣдованія цементовъ *Сампон* во Франціи и *Tubenhauser* въ Германіи показали, что причина рѣшительно всѣхъ извѣстныхъ по настоящее время случаевъ разрушенія заключалась въ необыкновенно *высокомъ* содержаніи магнезій въ цементѣ. Такъ по французскимъ анализамъ въ 5 случаяхъ отъ 16 до 27%, по нѣмецкимъ въ 4 пробѣхъ отъ 28 до 30%.

Изслѣдованія при этомъ показали, что магнезія, вошедшая въ портландъ-цементъ изъ обожженныхъ до спеканія сырыхъ матеріаловъ переходитъ постепенно въ гидратъ магнезій, который даже, спустя долгое время послѣ употребленія цемента въ дѣло ведетъ къ растрескиванію и увеличенію раствора въ объемѣ. Диккергофъ въ докладѣ Обществу нѣмецкихъ заводчиковъ въ 1889 г. приводитъ случаи такого разрушительнаго дѣйствія цемента *Blieskastel* въ 70 годахъ на дорогахъ въ Эльзасъ Лотарингіи, причемъ содержаніе  $MgO$  оказалось въ цементѣ 20—28%.

Перечисленныя выше событія повели къ усердному лабораторному изученію магнезійнаго вопроса въ Германіи и во Франціи съ тою разницею что въ Германіи явилась прежде всего забота о принципиальной чистотѣ портландъ-цемента, а во Франціи совокупно съ разслѣдованіемъ вліянія магнезій на цементъ вообще, обращено было вниманіе на дѣйствіе на цементные растворы солей морской воды.

Въ Германіи параллельно съ продолженіемъ изслѣдованія дѣйствій магнезій на цементъ состоялось рѣшеніе Общества цементныхъ заводчиковъ, въ числѣ 60 заводовъ, что цементъ, содержащій болѣе 3% магнезій, не считать портландъ-цементомъ, причемъ высшій предѣлъ содержанія  $MgO$  считается еще не опредѣлившимся, а 3% признается безусловно безопаснымъ. Во Франціи, не смотря на крайнюю возбужденность магнезійнаго вопроса, не сдѣлано какихъ либо постановленій относительно предѣльнаго содержанія магнезій въ цементѣ, вѣроятно потому что цементъ съ столь высокимъ содержаніемъ магнезій, какъ выше указано для прекратившаго свою дѣятельность завода *Сампон*, слѣдуетъ считать исключительно рѣдкостью.

Слѣдуетъ при этомъ различать форму, въ которой магнезія попадаетъ въ цементъ, она или входитъ изъ сырыхъ матеріаловъ, подвергаясь дѣйствію температуры спеканія, или въ нѣкоторыхъ случаяхъ можетъ входить къ портландъ-цементу изъ романъ-цемента, который

для приданія большей пластичности прибавляется къ порландъ-цементу, послѣ обжига послѣдняго; въ послѣднемъ случаѣ дѣйствіе магnezіа совершенно безвредно, какъ это и имѣло мѣсто въ порландъ-цементѣ завода Шмидта. Считаю нужнымъ оговориться, что при дальнѣйшихъ разсужденіяхъ мы имѣемъ въ виду чистый порландъ-цементъ т. е. такой къ которому послѣ обжига никакихъ добавленій не дѣлается, за исключеніемъ отъ 1½ до 2% гипса, если это требуется, и, слѣдовательно при обсужденіи вопроса о содержаніи MgO говорится исключительно о MgO, попадающей изъ сырыхъ матеріаловъ—глины и проч.

Замѣтимъ при этомъ, что вопросъ о присутствіи MgO въ порландъ-цементѣ путемъ добавленія романъ-цемента къ обожженному уже порландъ-цементу самъ собою теряетъ значеніе въ виду формальнаго заявленія Рижскаго завода о совершившемся уже переходѣ производства на путь международно установленной номенклатуры.

Въ виду происходящаго еще по настоящее время разногласія въ отношеніи предѣла MgO въ чистомъ порландъ-цементѣ невольно является потребность при назначеніи въ проектируемыхъ нынѣ для портовыхъ работъ въ Россіи техническихъ условійхъ пріемки цементовъ нѣсколько полнѣе посмотрѣть на положеніе магnezіальнаго вопроса въ виду особенно рѣзкаго различія между количествомъ MgO, послужившемъ къ разрушенію сооружений (16—30%) и предѣломъ принятымъ Обществомъ нѣмецкихъ заводчиковъ (3%) и попросить по крайней мѣрѣ лицъ, занимавшихся изслѣдованіями цементовъ вообще и спеціально въ отношеніи MgO, высказать свое объ этомъ мнѣніе.

При запискѣ приложено извлеченіе изъ отвѣтовъ, любезно полученныхъ отъ значительнаго числа лицъ въ видѣ перечня лаконическихкихъ выводовъ.

Одновременно съ вопросомъ о содержаніи MgO интересъ представляетъ и вопросъ о содержаніи сѣрной кислоты (SO<sub>3</sub>) въ виду того что, кромѣ сѣрной кислоты, являющейся въ цементѣ отъ добавленія гипса, можетъ еще входить она и изъ сырыхъ матеріаловъ или изъ топлива.

Въ отвѣтахъ приводятся мнѣнія и относительно предѣльнаго содержанія или сѣрной кислоты или гипса.

	Магнезія MgO %	Гіпсъ Ca SO <sub>4</sub> %	Сѣрный ангидридъ SO <sub>2</sub> %	Одно-сѣр- нистый кальцій CaS %
<b>Ливень 2-й</b>	3	2	—	1,5
<b>Берманъ</b> (въ рижскомъ порт. цем.) SO <sub>3</sub> — 1,75%.	5	—	до 3	—
<b>Шиллингъ</b>	больше 3 На основаніи долго суш. сооруженій и ла- бораторныхъ опытовъ.	—	1,50	—
<b>Диввергофъ</b>	больше 3	—	2	—
<b>Вернулли</b>	Ислѣдованія не за- кончены, но во вся- комъ случаѣ больше 4% безвредно.	больше 2	—	—
<b>Дельбрюкъ</b>	вредно свыше 5 Обществомъ постанов- лено 3	—	бываетъ безвредно и большее колич.	—
<b>Тетмайеръ</b> (есть цементы съ 8% MgO, рѣшительно безопасны).	предварительно 3	—	—	—
<b>Эрдменгеръ</b> (рекомендуетъ пробу ки- пяченіемъ для опреде- ленія вліянія MgO).	6 — 7 въ подводныхъ работахъ. 4—въ воздушныхъ.	—	2	—
<b>Михаелисъ</b>	3 слишкомъ мало, слѣдуетъ 5	—	—	—
<b>Бандло</b>	4	—	—	—
<b>Дюранъ Кле</b>	не болѣе 5	—	1,5	—



## № 10.

### РАПОРТЪ

**Инженера Статскаго Совѣтника Жирухина.**

---

Въ числѣ вопросовъ, которые были поставлены на обсужденіе комиссіи, состоящей подъ предсѣдательствомъ Вашего Превосходительства, имѣлось предложеніе инженера Тимонова — вмѣнить въ обязанность казеннымъ распорядительнымъ управленіямъ, по примѣру Франціи, — выдѣлять, при отдачѣ исполненія портовыхъ работъ съ подряда, поставку главнѣйшаго для таковыхъ работъ матеріала — цемента — изъ числа прочихъ поставокъ, предоставляя поставку цемента непосредственно цементнымъ заводамъ, съ цѣлью обезпечить, такимъ образомъ, поставку для портовыхъ работъ цемента наилучшихъ, однообразныхъ и извѣстныхъ распорядительному управленію качество.

Существовавшій до сего времени порядокъ отдачи съ подряда портовыхъ работъ оптомъ, съ уплатою подрядчику по количеству дѣйствительно исполненныхъ имъ учетныхъ единицъ работъ, въ случаѣ принятія къ исполненію предложенія инженера Тимонова, придется измѣнить въ нѣкоторыхъ деталяхъ, а именно: для нѣкоторыхъ единицъ работъ придется отпускать оптовому подрядчику отъ казны готовый казенный матеріалъ на мѣстѣ работъ, съ учетомъ смѣтной цѣны данной единицы работъ смѣтнымъ назначеніемъ и цѣною цемента, поступающаго натурою въ распоряженіе подрядчика, или же придется, не учитывая цѣны единицы работъ, обязывать оптоваго

подрядчика приобрести необходимый для работ цемент на заранее указанных ему заводах из партий цемента, одобренных правительственным инспектором, назначаемым на завод для испытаний и браковки цемента, предназначенного для поставки на портовые работы.

В первом случае порядок подобного учета цѣны единиц работ и отпуска подрядчику казенного цемента на мѣстѣ работ можетъ быть организованъ въ различныхъ формахъ, а потому долженъ быть заранее разработанъ, дабы обезпечить однообразное составление кондицій на отдачу съ подряда портовыхъ работъ, при введеніи въ оныя не практиковавшагося до сего времени условія.

Первымъ послѣдствіемъ новаго порядка будетъ учетъ цѣны данной единицы работъ черезъ исключеніе смѣтной стоимости готового матеріала, отпускаемого отъ казны бесплатно въ распоряженіе подрядчика.

Вторымъ послѣдствіемъ новаго порядка будетъ поставка казною подрядчику означеннаго матеріала въ потребномъ для работъ количествѣ. При такой поставкѣ въ распоряженіе подрядчика на мѣстѣ работъ казною принадлежащаго ей матеріала могутъ быть два случая:

1) Готовый матеріалъ можетъ быть отпускаемъ казною подрядчику бесплатно въ размѣрѣ дѣйствительной потребности по его личному усмотрѣнію, не соображаясь со смѣтнымъ назначеніемъ, при чемъ остатокъ или недостатокъ матеріала сравнительно со смѣтнымъ назначеніемъ составитъ рискъ казны.

2) Готовый матеріалъ можетъ быть отпускаемъ казною подрядчику бесплатно лишь въ размѣрѣ смѣтнаго назначенія, при чемъ остатокъ матеріала будетъ поступать въ пользу подрядчика, а недостатокъ будетъ его убыткомъ, ибо ему придется уплатить казнѣ за весь излишекъ полученный имъ отъ казны противъ смѣтнаго назначенія цемента.

Въ первомъ случаѣ для казны можетъ быть убыточно небрежное обращеніе подрядчика съ отпущеннымъ въ его распоряженіе казеннымъ матеріаломъ, подверженнымъ порчѣ отъ подмочки и ущербу отъ раструски или щедрого примѣшиванія къ смѣси для образованія раствора, но качество исполненной подрядчикомъ работы будетъ обезпечено употребленіемъ матеріала надлежащаго качества и въ должномъ количествѣ. Во второмъ случаѣ казна будетъ гарантирована



отъ убытковъ, причиняемыхъ перерасходованіемъ матеріала свыше смѣтнаго назначенія, но не обезпечена отъ порчи качества работы вслѣдствіе естественнаго желанія подрядчика имѣть нѣкоторый барышъ на экономіи матеріала, который останется въ его пользу и, во всякомъ случаѣ, вслѣдствіе стремленія подрядчика избѣжать убытка, происходящаго отъ превышенія смѣтной нормы потребленія цемента въ работу.

Первый способъ благонадежнѣе и потому почти всегда практикуется при хозяйственномъ способѣ работъ, гдѣ все основано на личномъ довѣріи къ подрядчику, производящему работу, и при томъ вообще выгоднѣе возвести благонадежное сооруженіе, хотя бы и израсходовавъ цемента болѣе, нежели положено по смѣтѣ, чѣмъ получить сооруженіе недостаточно прочное изъ за стремленія экономить на цементѣ и тѣмъ безъ надлежащей пользы загубить остальные потребные на сооруженіе матеріалы.

По вышеизложеннымъ причинамъ я лично полагалъ бы полезнымъ примѣнять лишь первый способъ отпуска казеннаго цемента въ распоряженіе подрядчика безъ ограниченій смѣтнымъ назначеніемъ, но думаю, что примѣненіе такого способа встрѣтитъ затрудненіе со стороны чиновъ контроля.

Впрочемъ, порядокъ поставки казеннаго цемента подрядчику на мѣстѣ работъ будетъ сопряженъ и съ другими затрудненіями юридическаго свойства, которыя также слѣдуетъ имѣть въ виду. А именно, по приѣмѣ цемента на заводѣ въ казну, казенная партія цемента будетъ доставлена на мѣсто работъ въ качествѣ матеріала, всѣмъ требованіямъ министерства удовлетворяющаго и годнаго къ употребленію въ дѣло; между тѣмъ матеріалъ этотъ по свойствамъ своимъ, во время перевозки, способенъ при небрежной укупоркѣ портиться и утрачиваться. Такимъ образомъ, при полученіи партіи цемента на мѣстѣ работъ будутъ возникать вопросы объ убыткахъ казны вслѣдствіе доставки цемента и отпущенный съ завода цементъ будетъ подлежать вновь приѣмкѣ и браковкѣ, при чемъ съ юридической стороны придется выяснитъ вопросъ, кто обязанъ будетъ замѣнять подмоченный цементъ новымъ, годнымъ къ употребленію въ дѣло? Затѣмъ, въ случаяхъ разрушенія какихъ либо сооруженій, возведенныхъ оптовымъ подрядчикомъ или поврежденій, обнаруженныхъ въ этихъ сооруженіяхъ придется разрѣшать вопросъ объ отвѣтственности, при

чемъ, если не представится возможности съ очевидностью установить причину поврежденія, въ небрежномъ исполненіи данной работы, то оптовый подрядчикъ, неучаствовавшій въ приѣмѣ цемента съ завода, всегда будетъ имѣть возможность слагать съ себя отвѣтственность за небрежное исполненіе работы, ссылаясь на недоброкачество предоставленнаго въ его распоряженіе казеннаго матеріала. Въ предупрежденіе сего придется допускать подрядчика браковать доставляемый въ его распоряженіе и оплаченный казною матеріалъ, причѣмъ подрядчикъ будетъ являться въ роли приѣмщика, а казна въ роли поставщика, каковое положеніе юридически не вполне совмѣстимо съ остальными условіями оптоваго договора. Предоставленіе же права подрядчику браковать цементъ до его оплаты и ранѣе приѣма начальникомъ работъ юридически неправильно, ибо онъ является стороннимъ лицомъ въ договорѣ между казною и заводомъ, поставляющимъ цементъ казнѣ, а не подрядчику. Затѣмъ нельзя не предвидѣть, что исправное исполненіе поставки заводомъ цемента, потребнаго для выполненія работъ, будетъ оказывать свое вліяніе на исправность исполненія портовыхъ работъ оптовымъ подрядчикомъ, причѣмъ всякая задержка въ поставкѣ цемента на мѣсто работъ будетъ приносить убытокъ оптовому подрядчику, возмѣщеніе каковаго убытка онъ въ правѣ будетъ требовать со стороны казны. Во избѣжаніе подобныхъ исковъ къ казнѣ пришлось бы заготовлять и хранить на мѣстѣ работъ очень значительные запасы цемента, что несомнѣнно представило бы большія затрудненія.

По всѣмъ вышеизложеннымъ причинамъ надлежало-бы отказаться отъ поставки казною на мѣстѣ работъ оптовому подрядчику по портовымъ работамъ казеннаго цемента, заготавлиаемаго казною для работъ по особымъ договорамъ, заключаемымъ казною непосредственно съ цементными заводчиками, обращаясь къ иному порядку, точно также способному гарантировать употребленіе для портовыхъ работъ цемента, одобреннаго распорядительнымъ управленіемъ.

Одобривъ въ принципѣ предложеніе инженера Тимонова, распорядительному управленію придется избрать рядъ цементныхъ заводовъ, извѣстныхъ хорошими фабрикатами, и назначить на эти заводы правительственныхъ инспекторовъ или агентовъ казны, обязанныхъ испытывать партіи цемента, предназначаемаго къ отправкѣ куда либо для производства казенныхъ портовыхъ работъ. Затѣмъ

въ кондиціяхъ на отдачу портовыхъ работъ съ подряда оптовымъ подрядчикамъ придется включить условіе, что весь потребный для работъ цементъ подрядчикъ обязанъ приобрѣтать не иначе, какъ на такихъ-то, указанныхъ ему, подрядчику, заводахъ, причемъ вся закупленная подрядчикомъ на заводѣ партія цемента ранѣе отправки ея на работы должна быть предъявлена къ освидѣтельствуванію правительственному инспектору даннаго завода для удостовѣренія, что закупленный цементъ удовлетворяетъ всѣмъ требованіямъ минпстерства, установленнымъ для приема цемента на портовые работы. Партія цемента, закупленная подрядчикомъ и доставленная на мѣсто работъ, должна быть имъ предъявлена мѣстному начальнику работъ съ удостовѣреніемъ правительственнаго заводскаго инспектора въ доброкачественности данной партіи цемента, и въ этомъ лишь случаѣ цементъ можетъ быть допущенъ въ работу, за отводомъ лишь цемента, подмоченнаго дорогою.

Такой порядокъ приобрѣтенія цемента на портовые работы не измѣнить по существу практикуемаго нынѣ характера отдачи съ подряда производства портовыхъ работъ оптовымъ подрядчикамъ, обезпечивая вмѣстѣ съ тѣмъ и цѣль предложенія инженера Тимонова—употреблять на портовые работы лишь цементъ, освидѣтельствованный на мѣстѣ его изготовленія.

Въ виду вышеизложеннаго полагалъ бы полезнымъ приурочить разрабатываемыя правила испытанія и приемки цемента для портовыхъ работъ исключительно къ описанному порядку поступленія его на работы, составивъ при этомъ подробныя инструкціи, какъ для правительственныхъ инспекторовъ на цементныхъ заводахъ, такъ и для начальниковъ работъ по испытанію, освидѣтельствуванію, приему, храненію и перевозкѣ цемента.

О вышеизложенномъ имѣю честь представить на благоусмотрѣніе Вашего Превосходительства.

Инженеръ *И. Жирухинъ.*

## № 11.

### ТАБЛИЦА СОСТАВА БЕТОНА

съ расчетомъ количества щебня, песка и цемента на 1 куб. саж. бетона.

Соотношенія объемныя.

При составленіи предлагаемой таблицы состава бетона было принято въ основаніе слѣдующее:

1... Въ столбцахъ 3, 4 и 5-мъ напечатаны жирнымъ данныя, взятыя изъ статьи Д. Д. Гнусина „Обзоръ нѣкоторыхъ заграничныхъ портовъ“. Изъ таблицъ А. Г. Ньюберга и Д. О. Жаринцова, приведенныхъ въ протоколахъ №№ 1 и 2.

2... Въ столбцѣ 4-мъ принято по урочному положенію

$$\begin{aligned} \text{при } k \leq 2 \dots l &= \frac{m}{k} \\ \text{„ } k = 1^{1/2} \dots l &= 0.60 \times m \\ \text{„ } k = 1 \dots l &= 0.73 \times m \end{aligned}$$

3... Въ столбцѣ 5-мъ принято по урочному положенію

$$\begin{aligned} \text{при } k \geq 2 \dots m &= l \times k \\ \text{„ } k = 1^{1/2} \dots m &= \frac{l}{0.60} \\ \text{„ } k = 1 \dots m &= \frac{l}{0.73} \end{aligned}$$

4... Въ столбцѣ 6-мъ  $n = m + k$

5... Въ столбцѣ 7 и 8 принято по урочному положенію пустотъ

въ щебнѣ 40%, а въ щебнѣ въ Николаевѣ согласно опытамъ 50% при  $\frac{1}{l} > 0.40$   $x$  и  $p$  получаются изъ слѣдующихъ уравненій

$$x + p - 0.40 x = 1 \text{ куб. саж. бетона}$$

$$p = \frac{x}{l}$$

$$\text{откуда } x = \frac{1}{1 + \frac{1}{l} - 0.40} \quad p = \frac{x}{l}$$

$$\text{при } \frac{1}{l} \leq 0.40 \quad x = 1 \quad p = \frac{1}{l}$$

6... Въ столбцѣ 9 и 10-мъ по урочному положенію

$$\text{при } k \geq 2 \quad y = p \quad z = \frac{y \times 343}{k} \text{ куб. футъ.}$$

$$\text{„ } k = 1\frac{1}{2} \quad y = 0.88 p \quad z = 0.60 \times P \times 343$$

$$\text{„ } k = 1 \quad y = 0.73 p \quad z = 0.73 \times P \times 343$$

Если плотность цементнаго порошка принимается, согласно урочному положенію, соответствующею вѣсу 1 куб. фута въ 2 пуда, то для перехода въ столбцѣ 10 отъ объемнаго количества цемента къ вѣсовому въ пудахъ, надо числа, стоящія въ этомъ столбцѣ, умножить на 2.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
№ по порядку.	НАЗВАНІЕ ПОРТА.	Растворъ изъ смѣси 1 ч. вяжущаго матеріала и $k$ ч. песка.	Бетонъ: на 1 ч. раствора 1 ч. прѣмьсей (гравій, щебень).	Прѣмьсь на 1 ч. вяжущаго матеріала $m$ ч. щебня и гравія	Прѣмьсь на 1 ч. вяжущаго матеріала $n$ ч. песка, щебня и гравія.	Въ 1 куб. саж. бетона $p$ куб. саж. раствора.	На 1 куб. саж. бетона.			ПРИМѢЧАНІЕ.
							Гравія и щебня $x$ куб. саж.	Песка $y$ куб. с.	Цементъ $z$ куб. фут.	
1	Абердинъ	Портландъ-цементъ			1 : 9	0,57	0,71	0,57	48,88	Массивы.
		1 : 4	1 : 1,25	1 : 5					62,88	Монолитъ.
		1 : 3	1 : 1,33	1 : 4					74,09	Мѣшки.
2	Амстердамъ	1 : 2 $\frac{1}{2}$	1 : 1,40	1 : 3 $\frac{1}{2}$	1 : 6	0,54	0,76	0,54	74,09	Мѣшки.
		1 : 3	1 : 1,67	1 : 5	1 : 8	0,50	0,83	0,50	57,17	Массивы.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
№№ по порядку.	НАЗВАНІЕ ПОРТА.	Растворъ изъ смѣси 1 ч. вяжущаго матеріала и k ч. песка.		Бетонъ: на 1 ч. раствора l ч. прѣмѣсей (гравій, щебень).	Прѣмѣсь на 1 ч. вяжущаго матеріала m ч. щебня и гравія.	Прѣмѣсь на 1 ч. вяжущаго матеріала n ч. песка, щебня и гравія.	Въ 1 куб. саж. раствора р куб. саж. бетона	На 1 куб. саж. бетона.			ПРИМЪЧАНІЕ.
		Гравія и щебня z куб. саж.	Песка y куб. с.					Цементъ s куб. фут.			
3	Гавръ	1:2 <sup>3/4</sup>	1:1 <sup>1/2</sup>	1:4,12	1:6,87	0,53	0,79	0,53	66,16	Основаніе водослива оград. дамбы в шлюза. Основ. стѣнь набер. стѣнь колодц. в облц. Заполненіе внутренности колодцевъ.	
		1:2 <sup>1/2</sup>		1:5,25	1:8,75	0,53	0,79	0,53	51,93		
		1:4 <sup>1/4</sup>		1:6,37	1:10,62	0,53	0,79	0,53	42,78		
4	Дублинь	1:2 <sup>3/4</sup>	1:2,35	1:7	1:9,75	0,39	1,00	0,39	48,64	Массивы.	
5	Коломбо	1:2	1:3	1:6	1:8	0,33	1,00	0,33	56,59	Массивы.	
6	Нуррачи	1:2	1:1,44	1:5 <sup>3/4</sup>	1:9,75	0,54	0,77	0,54	46,40	Массивы.	
7	Мадрасъ	1:2	1:3,75	1:7 <sup>1/2</sup>	1:9,50	0,27	1,00	0,27	46,40		
8	Маріуполь	1:2 <sup>1/2</sup>	1:2 <sup>1/2</sup>	1:6,25	1:8,75	0,40	1,00	0,40	54,80	Бетонъ.	
	(портландъ-цементъ Новороссійск. зав.)	1:2	—	—	—	—	—	—	—	Облицовка.	
		1:2 <sup>1/2</sup>	—	—	—	—	—	—	—	Кладка.	
9	Николаевъ	1:2 <sup>1/2</sup>	1:2	1:5	1:7,50	0,50	1,00	0,50	68,60	Бетонъ для нижняго слоя.	
	(портландъ-цементъ Новороссійск. зав.)	1:3	1:2	1:6	1:9	0,50	1,00	0,50	57,17	Бетонъ для верхняго слоя.	
		1:3	—	—	—	—	—	—	—	Облицовка.	
		1:3 <sup>1/2</sup>	—	—	—	—	—	—	—	Кладка.	
10	Новороссійскъ	1:3	1:2 <sup>3/4</sup>	1:8,25	1:11,25	0,36	1,00	0,36	41,16	Бетонъ	
	(портландъ-цементъ Новороссійск. зав.)	1:2	—	—	—	—	—	—	—	для расшивки швовъ	
		1:3	—	—	—	—	—	—	—	для облицовки	
		1:4	—	—	—	—	—	—	—	для кладки.	
11	Ньюгавенъ	1:2	1:2,50	1:5	1:7	0,40	1,00	0,40	68,60	Бетонъ.	

1 № по порядку.	2 НАЗВАНІЕ ПОРТА.	3 Растворъ изъ смѣси 1 ч. вяжущаго мате- ріала и $\frac{1}{2}$ ч. песка.	4 Бетонъ: на 1 ч. рас- творѣ 1 ч. примѣсей (гравій, щебень).	5 Примѣсь на 1 ч. вя- жущаго матеріала $m$ ч. щебня и гравія.	6 Примѣсь на 1 ч. вя- жущаго матеріала $n$ ч. песка, щебня и гравія.	7 Въ 1 куб. саж. бетона $p$ куб. саж. раствора.	8 На 1 куб. саж. бетона.			11 ПРИМѢЧАНІЕ.
							8 Гравія и щебня $x$ куб. саж.	9 Песка $y$ куб. с.	10 Цементѣ $z$ куб. фут.	
12	Одесса (портландъ-цементъ Новороссійск. зав.).	1:2 $\frac{1}{2}$	1 ч. раств. 1,62 ч. щебня 0,77 ч. гравія	1:6	1:8,50	0,41	0,99	0,41	56,24	Бетонъ.
		1:2 $\frac{1}{2}$	—	—	—	—	—	—	—	для облицовки
		1:3	—	—	—	—	—	—	—	—
13	Портсмуть.	1:4 $\frac{1}{2}$	1:2,50	1:11 $\frac{1}{4}$	1:15,75	0,40	1,00	0,40	30,41	Доковыя стѣны.
14	Ревель (портландъ-цементъ Шнидта и Порть- Кунда).	1:3	1:2	1:6	1:9	0,45	0,91	0,45	51,45	Бетонъ
		1:2	—	—	—	—	—	—	—	Облицовка.
		1:4	—	—	—	—	—	—	—	Кладка.
15	С. Назерь	1:3	1:1 $\frac{1}{2}$	1:4,50	1:7,50	0,53	0,79	0,53	60,59	Бетонъ.
		1:2 $\frac{1}{2}$		1:3,75	1:6,25	0,53	0,79	0,53	72,72	Гранитная облицовка
16	Сулина	1:1	1:1,46 гравій	1:2	1:3	0,53	0,78	0,39	133,77	Литой бет. съвер. дам- бы (вых. 2 $\frac{1}{2}$ объема).
		1:2	1:1 гравій	1:2	1:4	0,62	0,62	0,62	106,33	Лит. бет. южн. дамбы (выходило 3 $\frac{1}{2}$ объема).
		1:2	1:2,50 гравій	1:5	1:7	0,40	1,00	0,40	68,60	Бетонные массивы (выходило 5 $\frac{1}{3}$ объема).
		1:2	1:3 гравій и щебень по ровну.	1:6	1:8	0,33	1,00	0,33	56,59	(выход. 4 $\frac{2}{3}$ объема)
17	Таганрогъ (порт.-цем. Новорос.з.)	1:1 $\frac{1}{2}$	—	—	—	—	—	—	—	
18	Фазебургъ и Букки	1:1 $\frac{1}{2}$	1:2,40	1:4	1:5 $\frac{1}{2}$	0,41	0,99	0,36	84,38	Лит. бетонъ для под- водной облицовки.
		1:4 $\frac{3}{4}$	1:2,52	1:12	1:16,75	0,40	1,00	0,40	28,87	Литой бетонъ для внутренней облицовки.
		1:4 $\frac{3}{4}$	1:2,52	1:12	1:16,75	0,40	1,00	0,40	28,87	Стѣны доковъ.
19	Чатамъ	1:2	1:2	1:4	1:6	0,45	0,91	0,45	77,67	Облицовка стѣны.
		1:3 $\frac{1}{2}$	1:2,57	1:9	1:12,50	0,39	1,00	0,39	38,22	„ болѣе важныхъ частей

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
№№ по порядку.	НАЗВАНИЕ ПОРТА.	Растворъ изъ смѣси 1 ч. вяжущаго мате- риала и $\frac{1}{2}$ ч. песка.		Бетонъ: на 1 ч. рас- творѣ 1 ч. призмѣсей (гравій, щебень).	Примѣсь на 1 ч. вя- жущаго материала m ч. щебня и гравія.	Примѣсь на 1 ч. вя- жущаго материала и ч. песка, щебня и гравія.	Въ 1 куб. саж. бетона р куб. саж. раствора.	На 1 куб. саж. бетона.		ПРИМѢЧАНІЕ.
		Гравія и щебня x куб. саж.	Песка y куб. с.					Цементъ z куб. фут.		
20	Ялта (портландъ - цементъ Шмидта и Новорос- сійскаго завода).	1:3	—	—	—	—	—	—	—	Кладка.
		1:2	—	—	—	—	—	—	—	Облицовка.
		1:2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	—	—	—	—	—	—	—	Бутовые массивы.
21	Севастопольск. докв.	1:1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1:2,70	1:2+2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1:6	0,37	1,00	0,32	76,15	Облицовка стѣнъ.
		1:2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1:3,80	1:3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> +6	1:12	0,26	1,00	0,26	35,67	внутренняя кладка.
22	Своды Варш. крѣп.	1:2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1:2,80	1:6 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	1:8,75	0,40	1,00	0,40	54,88	
23	Алжиръ	Тейльсая известь.		—	—	—	—	—	—	Массивы.
24	Гавръ	1:2	1:3	—	—	—	—	—	—	Литой бетонъ.
		1:1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1:1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	—	—	—	—	—	—	
25	Марсель	1:1 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>	1:1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	—	—	—	—	—	—	Для бутовыхъ мас- сивовъ. Литой бетонъ набе- режной.
		1:2	1:2 <sup>1</sup> / <sub>3</sub>	—	—	—	—	—	—	
26	Портъ-Саидъ	1:2	1:1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	—	—	—	—	—	—	
27	С. Назерь	1:2 <sup>1</sup> / <sub>6</sub>	—	—	—	—	—	—	—	бутовая кладка.
28	Генуя	1:1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1:1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	—	—	—	—	—	—	Для бетонныхъ мас- сивовъ.
		4 ч. извести + 4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> ч. пущо- ланы	1:1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	—	—	—	—	—	—	
29	Фіуме	0,70 ч. щебня	—	—	—	—	—	—	—	Для исправленія по- врежденій въ набе- режной бутовые мас- сивы.
		0,65 ч. сантори	нской земли	—	—	—	—	—	—	
		0,25 ч. извести	—	—	—	—	—	—	—	
		0,60 ч. песка	—	—	—	—	—	—	—	
		тоже	но безъ	песка.	—	—	—	—	Бутовые массивы.	



МЕХАНИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРІЯ.

С.-Петербургъ.

17-го мая 1890 года.

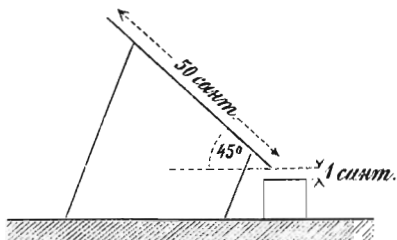
Т А Б Л И Ц А

вѣса 1 куб. фута цемента въ пудахъ.

	Въ улаот- ненномъ со- стояніи.	Въ рыхломъ состояніи.
	I.	II.
<b>А. Портландъ-цементы.</b>		
Заводы: Шмидта . . . . .	3,05	1,95
Портъ-Кунда. . . . .	2,86	1,75
Гродзецъ . . . . .	3,10	2,05
Подольскій . . . . .	3,15	2,10
Глухоозерскій . . . . .	3,17	2,10
Липгарта . . . . .	3,20	2,00
„Высока“ . . . . .	3,27	2,10
Новороссійскій . . . . .	2,70	1,75
Уайта . . . . .	2,80	1,75
<b>В. Романъ-цементы.</b>		
Заводы: Шмидта . . . . .	2,07	1,30
Липгарта . . . . .	1,50	0,98
Ново-Саратовской колоніи, фирма „Медвѣдь“ . . . . .	2,35	1,48
Известь Lafarge (du Teil) . . . . .	2,00	1,34
Цементъ Lafarge (du Teil) . . . . .	2,85	1,85

Вѣсъ цемента въ *рыхломъ* состояніи опредѣляется такъ: цементъ ложкою осторожно насыпается на плоскость длиною въ 0,5 метра наклоненную подъ угломъ въ 45°.

Край наклонной плоскости отстоит от верха формы на 1 сантиметр. Когда форма (литр) насыпана с некоторым избытком, тогда этот излишек срезается, не приводя в сотрясение самой формы. Вѣсъ netto есть вѣсъ одного литра цемента в *рыхломъ* состояніи.



Для получения вѣса цемента в *уплотненномъ* состояніи постукиваютъ форму о столъ и добавляют цемента, продолжая постукиванія о столъ и о бока формы деревяннымъ молоткомъ до тѣхъ поръ, пока совершенно не прекратится осѣданіе цемента. Нажатіе при этомъ цемента сверху не допускается. Вѣсъ netto есть вѣсъ одного литра цемента в *уплотненномъ* состояніи \*).

Подписали: Завѣдывающій лабораторією Н. Бѣлелюбскій.

Н. Лахтинъ.

\*) Для перехода отъ вѣса литра въ килограммахъ къ вѣсу кубич. фута въ пудахъ надо данное число килограммовъ раздѣлить на 0,58.

М. П. С.

**УПРАВЛЕНІЕ  
РАБОТАМИ**

ПО УСТРОЙСТВУ  
НОВОРОССІЙСКАГО ПОРТА.

№ 12 bis \*).

№. 49.

1 Февраля 1890 г.

Новороссійскъ.

Г. Завѣдывающему механическою Лабораторію Института Инженеровъ Путей Сообщенія Императора Александра I, Инженеру Н. А. Бѣллюбскому 1-му.

Вслѣдствіе постановленіи, состоявшагося 24 мая 1889 г., въ присутствіи Вашего Превосходительства, относительно производства лабораторныхъ опытовъ для выясненія крѣпости бетона, приготовленнаго изъ голыша и битаго щебня, — при ввѣренныхъ мнѣ работахъ были приготовлены въ январѣ сего года 24 штуки бетонныхъ массивчиковъ, согласно сдѣланнаго Вами предложенія, о чемъ составленъ прилагаемый при семъ актъ отъ 15 января сего года. Объ испытаніи цемента, употребленнаго для этихъ работъ препровождается при семъ актъ отъ 19 декабря 1889 года.

Двѣнадцать \*\*) изъ 24 приготовленныхъ массивчиковъ, заключенные въ формахъ и укупоренные въ 6 ящикахъ, обитыхъ войлокомъ изъ середины, 28 января сданы по адресу лабораторіи Новороссійской станціи Владикавказской ж. д. по накладной за № 507, для доставленія на станцію Петербургъ Николаевской ж. д., остальные же массивчики, въ виду возможной порчи отправленной партіи морозами, оставлены на мѣстѣ до болѣе теплаго времени съ тѣмъ, чтобы выслать ихъ въ Лабораторію для испытанія къ *тремъ мѣсячному* сроку послѣ изготовленія.

\*) Напечатано по распоряженію Г. Предсѣдателя Комиссіи по вопросу о заготовленіи, поставкѣ и испытаніи порландъ-цемента для портовыхъ работъ.

\*\*) Остальные 12 были доставлены Управленіемъ работами по устройству Новороссійскаго порта при отношеніи отъ 16 Марта 1890 г. № 119.

Сообщая объ этомъ, препровождаю дубликатъ накладной за № 507 для получения массивчиковъ со станціи и покорнѣйше прошу не замедлить сообщить мнѣ результаты испытаній.

Начальникъ работъ

Инженеръ *М. Бернадукій.*

Письмоводитель *Н. Преображенскій.*

## А К Т Ъ.

1889 года 19 Декабря г. Новороссійскъ. Согласно распоряженія Г. Начальника работъ по устройству Новороссійскаго порта, — Помощникъ Начальника работъ, Инженеръ Чарномскій, пригласивъ представителя Контроля отношеніемъ отъ 17-го Ноября 1889 г. за № 312, производилъ совмѣстно съ Старшимъ Техникомъ Дейнеке и Химикомъ Общества Черноморскаго цементнаго производства Колобовымъ испытанія цемента, предназначаемаго для изготовленія опытныхъ массивчиковъ для Лабораторіи Института Инженеровъ Путей Сообщенія, причѣмъ получены были слѣдующіе результаты: 1) Остатка на нормальномъ ситѣ въ 900 отверстій на □ сантиметръ получено 7%. 2) Начало времени схватыванія 3 часа 20 минутъ—конецъ его черезъ 8 часовъ. 3) Нормальная консистенція опредѣлена въ 28% воды. 4) При нагрѣванія до 120° по Ц. лепешка, послѣ окончанія схватыванія, трещинъ по краямъ не дала. 5) На лепешкѣ послѣ 7-ми дневнаго ея пребыванія подъ водою никакихъ трещинъ по краямъ не оказалось. 6) Вѣсъ 1-го литра цемента безъ встряхиванія 1126 грамм'овъ; со встряхиваніемъ въ теченіи пяти минутъ—1696 грамм.;  $\frac{p}{p_1} = \frac{1}{1,50}$ . 7) Вѣсъ 1-го литра нормальнаго песка безъ встряхиванія—1443 грамм., со встряхиваніемъ въ теченіи пяти минутъ—1613 грамм.;  $\frac{p}{p_1} = \frac{1}{1,12}$ . 8) Сопротивленіе разрыву смѣси изъ 1-й части по вѣсу цемента съ 3-мя частями нормальнаго песка и съ 10% воды дало чрезъ 7-мь дней по затвореніи въ среднемъ тринадцать и семь десятыхъ klgrm. (13.7 klgrm.) на □ сантиметръ; причѣмъ — среднее выведено изъ разрыва шести образцовъ: 1-го 13.5 klgrm.; 2-го=14 klgrm.; 3-го=13 klgrm.; 4-го 14,5=klgrm.; 5-го=12 klgrm.; 6-го=13 klgrm.; для чего взято 4 наибольшихъ результатов. 9) Сопротивленіе разрыву чистаго цемента съ 28% воды по

нормальной консистенціи (причемъ образцы были помѣщены въ герметически закрывающійся шкафъ, въ предохраненіе ихъ отъ сильнаго испаренія воды до погруженія въ воду, при *NO* вѣтрахъ) получено въ среднемъ тридцать одинъ и пять десятыхъ *klgrm* (31.5) чрезъ 7-мь дней по затвореніи; причемъ это среднее получено изъ разрыва шести образцовъ: 1-го=31.8 *klgrm*.; 2-го 31 *klgrm*, 3-го=30.2 *klgrm*.; 4-го=30.5 *klgrm*.; 5-го=33 *klgrm*.; 6-го=30 *klgrm*.; для чего взято 4 наибольшихъ результата. (Циркуляры Министерства Путей Сообщенія 19-го Августа 1881 г., и 21 Мая 1887 года).

Помощникъ Начальника работъ, Инженеръ *В. Чарномскій*.  
Старшій техникъ *Д. Дейнике*. Химикъ *Ю. Колобовъ*.

## А К Т Ъ.

1890 г. Января 15 дня г. Новороссійскъ. Согласно распоряженія Начальника работъ по постройкѣ Новороссійскаго порта, по акту отъ 24 Мая 1889 года, составленному профессоромъ Института инженеровъ Путей Сообщенія инженеромъ *Н. А. Бѣлелюбскимъ* — Помощникъ Начальника работъ, инженеръ *Чарномскій*, совмѣстно съ Старшимъ Техникомъ *Дейнике*, пригласивъ Представителя контроля отношеніемъ отъ 9 Января сего года за № 12, приготовилъ въ присутствіи Директора Черноморскаго цементнаго производства, инженера технолога *Лѣша* и химика того же завода *Колобова*, опытные массивчки въ количествѣ 28 штукъ, изъ которыхъ 24 штуки предназначаются къ отправкѣ въ Лабораторію Института инженеровъ Путей сообщенія, остальные же 4 останутся въ Управленіи работъ, 1) Всѣ массивчики размѣрами 10"×10"×10" приготовлены въ деревянныхъ ящикахъ. Изъ нихъ: семь изъ гольша — при отношеніи цемента къ песку по объему, какъ 1 : 3; семь изъ щебня — при отношеніи цемента къ песку по объему, какъ 1 : 3; семь изъ гольша — при отношеніи цемента къ песку по объему, какъ 1 : 2½; семь изъ щебня при отношеніи цемента къ песку по объему, какъ 1 : 2½. 2) Гольшъ, (образцы котораго при семь прилагаются), взять изъ *Суджукской косы*; щебень, (образцы котораго также прилагаются и получены изъ слѣдующихъ мѣстъ: образецъ *А* изъ карьера *Никифораки* съ содержаніемъ *CaOCO<sub>2</sub>*—12,91%; *Б*—пзъ Широкой Балки съ содержаніемъ *CaOCO<sub>2</sub>*—70.90% и *В* — мѣстный дикарь, изъ отрога *Маркотхъ* съ содержаніемъ *CaOCO<sub>2</sub>*—67,86%). 3) Песокъ,

(образецъ котораго при семь прилагается), взять съ прибрежной полосы въ Геленджикской бухтѣ. 4) Для смѣси гольша, щебня и песку были взяты слѣдующія отношенія: на 1,05 гольша или щебня, раствора 45%; песку 45%; цемента же: для семи массивчиковъ (изъ гольша) обозначенныхъ № 1 и семи массивчиковъ (изъ щебня), обозначенныхъ № 2 въ отношеніи къ песку, какъ 1 : 3; для семи же массивчиковъ (изъ гольша), обозначенныхъ № 3 и семи массивчиковъ (изъ щебня) обозначенныхъ № 4 въ отношеніи къ песку какъ 1 : 2 $\frac{1}{2}$ . 5) Для опредѣленія потерь матеріаловъ отъ раструски и уплотненія при трамбовкѣ, взято для производства массивчиковъ каждаго номера количество песка, цемента, гольша и щебня, въ объемѣ соответствующемъ не семи массивчикамъ, а восьми; при чемъ всѣ объемы подвергались взвѣшиванію. Средній вѣсъ одного ящика (объемомъ 10"×10"×10"=1000 куб. дюйм.) гольша оказался въ 65 фунтовъ, щебня—53 фунта, цемента — 52 фунта, песку— 58 фунтовъ. Количество воды было опредѣлено консистенціей раствора при условіи, что бы комокъ раствора при сжатіи рукой не прилипалъ къ рукѣ и не распадался. 6) Для производства 7-ми массивчиковъ № 1 изъ гольша, при отношеніи цемента къ песку по объему, какъ 1 : 3, употреблено было гольша 1,05 × 8 = 8.4 ящиковъ (или 8400 куб. дюйм.) общимъ вѣсомъ 546 фунтовъ; песку 3.6 ящиковъ (или 3600 куб. дюйм.) общимъ вѣсомъ 209 фунтовъ; цемента 1.2 ящика (или 1200 куб. дюйм.) общимъ вѣсомъ 62 $\frac{1}{2}$  ф. Для перемѣшиванія раствора употреблено—5 минутъ, для перемѣшиванія раствора съ гольшемъ — 12 минутъ; утрамбовка производилась слоями не выше 3-хъ дюймовъ въ теченіи 5 минутъ до выступленія воды на поверхность бетона. Послѣ утрамбовки получилось бетона 8.5 ящиковъ, т. е., обозначивъ количество взятаго гольша черезъ  $K$ , а количество полученнаго бетона черезъ  $K_1$ —опредѣлится отношеніе  $\frac{K}{K_1} = \frac{8.4}{8.5} = \frac{1}{6.012}$ .

7) Для производства семи массивчиковъ № 2 изъ щебня, при отношеніи цемента къ песку по объему, какъ 1 : 3, употреблено было щебня 1.05×8 = 8.4 ящиковъ (или 840 куб. дюйм.) общимъ вѣсомъ 445 фунтовъ; песку 3.6 ящика (или 3600 куб. дюйм.) общимъ вѣсомъ 209 фунтовъ; цемента 1.2 ящика, (или 1200 куб. дюйм.) общимъ вѣсомъ 62 $\frac{1}{2}$  ф. Для перемѣшиванія раствора употреблено 5 минутъ; для перемѣшиванія раствора съ щебнемъ — 15 минутъ, утрамбовка производилась слоями не выше 3-хъ дюймовъ въ теченіи

15 минутъ, до выступленія воды на поверхность бетона. Послѣ утрамбовки получено бетона 7.66 ящика; т. е. (обозначивъ количество взятаго щебня черезъ  $K_2$  а количество полученнаго бетона черезъ  $K_3$ ) опредѣлится отношеніе  $\frac{K_2}{K_3} = \frac{8.4}{7.66} = \frac{1}{0.913}$ . 8) Для производства семи массивчиковъ пзъ голыша подъ № 3 при отношеніи цемента къ песку по объему, какъ 1:2½, употреблено было голыша 1.05×8=8.4 ящичковъ (или 8400 куб. дюйм.) общимъ вѣсомъ 546 ф., песку — 3.6 ящичковъ (или 3600 куб. дюйм.) общимъ вѣсомъ 209 фунтовъ; цемента 1.44 ящика общимъ вѣсомъ 75 фунтовъ. Время для перемѣшиванія раствора 5 минутъ, для перемѣшиванія раствора съ голышемъ 12 минутъ; утрамбовка производилась слоями не свыше 3-хъ дюймовъ въ теченіи 5 минутъ, до выступленія воды на поверхности бетона. Послѣ утрамбовки, получено бетона 8.6 ящика, т. е. (обозначивъ количество взятаго голыша черезъ  $K$ , а количество полученнаго бетона черезъ  $K_1$ ) опредѣлится отношеніе  $\frac{K}{K_1} = \frac{8.4}{8.6} = \frac{1}{1.024}$ . 9) Для производства семи массивчиковъ изъ щебня подъ № 4, при отношеніи цемента къ песку по объему какъ 1:2½, употреблено было щебня 1.05×8=8.4 ящика или 8400 куб. дюйм.) общимъ вѣсомъ 445 фунтовъ; песку — 3.6 ящика (или 3600 куб. дюйм.) общимъ вѣсомъ 209 фунтовъ; цемента 1.44 ящика (или 1440 куб. дюйм.) общимъ вѣсомъ 75 фунтовъ. Время для перемѣшиванія раствора 5 минутъ; для перемѣшиванія раствора съ щебнемъ 15 минутъ; утрамбовка производилась слоями не свыше 3-хъ дюймовъ въ теченіе 12 минутъ, до выступленія воды на поверхность. Послѣ утрамбовки получено бетона 7.5 ящичковъ: т. е. (обозначивъ количество взятаго щебня черезъ  $K_2$ , а количество полученнаго бетона черезъ  $K_3$ )— опредѣлится отношеніе  $\frac{K_2}{K_3} = \frac{8.4}{7.5} = \frac{1}{0.893}$ . Всѣ массивчики до отправки на желѣзн. дорогу находились послѣ ихъ производства въ *закрытомъ* помѣщеніи и для того, чтобы высохли скорѣе для большаго сопротивленія морозу въ пути, не подвергались поливкѣ. Средній вѣсъ массивчиковъ опредѣлился 27-го января (передъ отправкой на желѣзную дорогу), за вычетомъ средняго вѣса формы — для массивчиковъ № 1-ый въ 2 пуд. 16 фунтовъ, для № 2— 2 пуд. 16 фунт., для № 3— 2 пуд. 17 фунт. и для № 4— 2 пуд. 15 фунт.

Помощникъ Начальника работъ инженеръ *В. Чарномскій*.  
Старшій техникъ *Д. Дейнека*, химикъ *Ю. Колобовъ*, инженеръ механикъ *Н. А. Лѣшиъ*.

## МЕХАНИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ИНЖЕНЕРОВЪ ПУТЕЙ СООБЩЕНІЯ ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА I.

**Т. № 710.** Раэульгаты испытаній на раздробленіе, произведенныхъ надъ бетонными образцами изъ цементнаго  
**1890 г.** раствора съ голышомъ или щебнемъ, доставленными Управленіемъ Новороссійскаго порта при отнош.  
 Вх. № 589. отъ 1 февраля и 16 марта 1890 года за №№ 49 и 119.

№	Текущій лаборатор. Въ доставкѣ.	Роль образца.	Временное сопротивленіе.		Среднее временное сопротивленіе.		Текущій лаборатор. Въ доставкѣ.	Роль образца.	Временное сопротивленіе.		Среднее временное сопротивленіе.		Примѣчаніе.
			килогр. кв. см.	на кв. ст.	килогр. на кв. ст.	на кв. ст.			килогр. на кв. см.	на кв. ст.	килогр. на кв. см.	на кв. ст.	
2		Бетонные образцы.						Бетонные образцы.					13
132	I	На 1,05 голыша 45% раств. состава 1:3.	44,9	48	19	151	I	На 1,05 голыша 45% раств. состава 1:3.	55	56	22	Соотношенія объемныя. Образцы для испытанія представляли кубы въ сторонѣ 25,4 см. при площади давленія въ 645 кв. см.	
133	I		51,1						57				
135	II	На 1,05 щебня 45% раств. состава 1:3.	86,8	78	31	153	II	На 1,05 щебня 45% раств. состава 1:3.	105	80	32	Пожный разрушающій грузъ вывѣнялся отъ 24 до 70 тоннъ.	
136	II		74,4						79				
140	II	На 1,05 голыша 45% раств. состава 1:2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> .	73,6	52	20	155	II	На 1,05 голыша 45% раств. состава 1:2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> .	108	59	23	Образцы №№ 132—136 были испытаны черезъ 64 дня по затвореніи.	
134	II		37,2						61				
137	III	На 1,05 голыша 45% раств. состава 1:2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> .	58,0	60,4	79,8	156	III	На 1,05 голыша 45% раств. состава 1:2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> .	49	99	35	Образцы №№ 137—142 черезъ 45 дней.	
141	III		60,4						67				
138	IV	На 1,05 щебня 45% раств. состава 1:2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> .	79,8	80	32	157	III	На 1,05 щебня 45% раств. состава 1:2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> .	61	74	90	Образцы №№ 151—161 черезъ 124 дня послѣ затворенія.	
139	IV		82,8						74				
142	IV	На 1,05 щебня 45% раств. состава 1:2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> .	76,7	80	32	158	III	На 1,05 щебня 45% раств. состава 1:2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> .	97	90	35	Образцы №№ 151—161 черезъ 124 дня послѣ затворенія.	
			76,7						97				

Завѣдывающій лабораторіею **Н. Вѣ. Обскій.**



## № 13.

# ТЕХНИЧЕСКІЯ УСЛОВІЯ ПРИЕМКИ ПОРТЛАНДЪ-ЦЕМЕНТОВЪ ДЛЯ ПОРТОВЫХЪ РАБОТЪ.

### § 1. Опредѣленіе портландъ-цемента и составъ его.

Портландъ-цементъ есть продуктъ, получаемый изъ мергелей или изъ искусственныхъ смѣсей матеріаловъ, содержащихъ глину и углекислую известь, посредствомъ обжига до спеканія и послѣдующаго измельченія въ тонкій порошокъ. Называемое гидравлическимъ модулемъ, отношеніе \*) вѣсоваго количества окиси кальція ( $CaO$ ) и щелочей къ суммѣ вѣсовыхъ количествъ кремнезема ( $SiO_2$ ), глинозема ( $Al_2O_3$ ) и окиси желѣза ( $Fe_2O_3$ ) въ портландъ-цементѣ должно быть не менѣе 1,7 и никакъ не больше 2,2. Сѣрной кислоты въ портландъ-цементѣ должно быть возможно менѣе и никакъ не болѣе 2%. Содержаніе магnezіи ( $MgO$ ) въ портландъ-цементѣ не должно превышать 3%.

*Примѣчаніе 1.* Въ теченіе 1890—1891 года содержаніе магnezіи въ портландъ-цементѣ допускается до 5%.

*Примѣчаніе 2.* Для регулированія важныхъ въ техническомъ отношеніи свойствъ портландъ-цементовъ постороннихъ веществъ допускается не свыше 2% по вѣсу.

### § 2. Укупорка и вѣсъ въ доставкѣ.

Бочка, поставляемаго на работы цемента, должны имѣть однообразный вѣсъ,—преимущественно по принятому размѣру бочекъ въ

---

\*)  $\frac{CaO + Na_2O + K_2O}{SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3} = 1,7 - 2,2.$

продажѣ,—около  $10\frac{1}{4}$  пудовъ цемента netto. На бочкахъ требуется ясное обозначеніе фирмы завода, номера партіи и времени приготовления.

Убыль отъ раструски въ мелкихъ поставкахъ допускается не болѣе 2%, въ крупныхъ же поставкахъ опредѣляется по соглашенію \*). Кромѣ цемента, доставляемаго въ бочкахъ, дозволяется, по особому соглашенію, псоставлять цементъ также и въ мѣшкахъ. Вѣсъ цемента netto въ мѣшкахъ опредѣляется по соглашенію, около  $\frac{1}{2}$  вѣса цемента netto въ бочкахъ.

### § 3. Удѣльный вѣсъ.

Удѣльный вѣсъ портландъ-цемента долженъ быть не менѣе 3,05.

### § 4. Условія схватыванія.

Цементъ, приготовляемый для работъ, долженъ быть *медленно тверднущій*.

Цементъ медленно тверднущимъ считается тотъ, который медленно *схватывается*.

Цементъ считается *медленно схватывающимся* тотъ, для котораго начало схватыванія наступаетъ не ранѣе  $\frac{1}{2}$  часа, считая съ момента прибавленія воды къ цементу, причемъ вода берется обыкновенная прѣсная, а конецъ схватыванія—не ранѣе одного часу и не позже 8 часовъ. Растворъ изъ чистаго цемента, употребляемый для опредѣленія, какъ начала, такъ и конца схватыванія, долженъ быть *нормальной густоты*. Начало схватыванія опредѣляется на *иглѣ Вика* моментомъ, когда игла діаметромъ въ 1 мм. подъ грузомъ въ 300 граммовъ, при погруженіи въ цементное тѣсто, не доходитъ на  $\frac{1}{2}$  мм. до дна сосуда, вмѣщающаго цементное тѣсто, а конецъ (срокъ) схватыванія, конца игла *вовсе* не углубляется въ цементное мѣсто.

Количество воды, соответствующее нормальной густотѣ чистаго раствора, опредѣляется условіемъ, чтобы штифтъ *измѣрителя густоты*, діаметромъ въ 1 см. подъ грузомъ въ 330 граммовъ, не доходилъ до дна сосуда на 6 мм.

Предварительною пробойю для опредѣленія срока схватыванія

---

\*) Раструска свыше 2% и свыше опредѣленной нормы по соглашенію влечетъ за собою соответственный учетъ при уплатѣ денегъ за цементъ.

можетъ служить проба лепешкою, приготовленной изъ чистаго раствора нормальной густоты. Цементъ можно считать схватившимся, если не будетъ получаться впечатлѣніе отъ легкаго нажатія лепешки ногтемъ, или если не будетъ выступать вода, когда слегка тереть поверхность лепешки.

Проба лепешкою можетъ служить также для опредѣленія приблизительнаго срока схватыванія, при послѣдовательныхъ поставкахъ на работы цемента одного и того же завода. Цементъ для работъ долженъ употребляться вылежавшійся не менѣе 1½ мѣсяца, т. е. такой, со времени изготовленія коего прошло не менѣе 1½ мѣсяца.

### § 5. Постоянство объема.

Растворъ изъ портландъ-цемента долженъ обладать постоянствомъ объема какъ въ водѣ, такъ и на воздухѣ.

При пробахъ лепешкою, какъ въ водѣ въ теченіе 28 дней, такъ и нагрѣваніемъ, лепешка не должна представлять искривленій, а также какихъ либо радіальныхъ трещинокъ у краевъ.

Растворъ изъ чистаго цемента, употребляемый для пробы на постоянство объема, долженъ быть нормальной густоты.

### § 6. Помоль.

Цементъ долженъ быть измолотъ *возможно мельче*.

При совершенной просѣвкѣ цементнаго высушеннаго порошка черезъ цементное сито, количество цемента, оставшееся на ситѣ въ 900 отв. на 1 кв. см., должно быть не болѣе 15%, а прошедшее черезъ сито въ 4900 отв. на 1 кв. см. не менѣе 50% всего количества, по вѣсу взятаго для просѣвки цемента.

*Примѣчаніе.* Толщина проволоки должна быть 0,05 мм. для сита въ 4900 отв. и 0,1 мм. для сита въ 900 отв.

### § 7. Условія испытанія крѣпости.

Крѣпость цементнаго раствора опредѣляется испытаніемъ посредствомъ разрыва образцовъ изъ смѣси цемента съ пескомъ черезъ 7 и 28 дней послѣ затворенія, а также чистаго цемента черезъ 7 дней. Испы-

танія раствора изъ смѣси цемента съ пескомъ производятся въ пропорціи 1 ч. цемента и 3 ч. *нормального* песка по вѣсу.

Всѣ испытанія крѣпости должны производиться посредствомъ одинаковыхъ приборовъ надъ образцами одинаковаго сѣченія, приготовленными однообразнымъ способомъ и съ количествомъ воды, соответствующимъ *нормальной* *густотѣ*.

Песокъ для испытаній долженъ быть кварцевый, приготовляемый просѣвкою черезъ сита въ 64, 144 и 225 отв. на кв. см. Остатки на ситахъ въ 144 и 225 отв., смѣшанные по ровну, образуютъ *нормальный* песокъ.

Толщина проволоки въ песочныхъ ситахъ должна быть 0,4 мм. для сита въ 64 отв. на кв. см., 0,3 мм. для сита 144 отв. и 0,2 мм. для сита въ 225 отв.

Всѣ пропорціи для приготовления образцовъ берутся по вѣсу, и образцы должны готовиться на не всасывающей подкладкѣ.

Сѣченіе образцовъ въ мѣстѣ разрыва 5 кв. см.

Образцы испытываются на приборѣ Михаэлиса, причемъ для каждаго срока испытанія берется 6 образцовъ, и, для вывода средняго сопротивленія, принимаются во вниманіе 4 наибольшихъ результатовъ.

### § 8. Крѣпкость цементнаго раствора.

Временное сопротивленіе разрыву раствора изъ смѣси 1 части цемента и 3 ч. нормального песка, при соблюденіи всѣхъ условій, указанныхъ въ п. 7, должно быть черезъ 7 дней не менѣе 6 кил., черезъ 28 дней не менѣе 8 кил. на кв. см.

Сопротивленіе раствора изъ чистаго цемента, при тѣхъ же условіяхъ, должно быть черезъ 7 дней не менѣе 23 кил. на кв. см., а если сопротивленіе чистаго цемента черезъ 7 дней не достигаетъ 23 кил., но все же не менѣе 20 кил., то дѣлается испытаніе черезъ 28 дней, когда сопротивленіе это должно быть *никакъ* не менѣе 25 кил. на кв. см.

Въ видахъ ускоренія приѣмки цемента для работъ разрешается принимать цементъ послѣ 7-дневнаго испытанія, если цементъ удовлетворяетъ всѣмъ вышеуказаннымъ пробамъ по §§ 3—8. При этомъ слѣдуетъ замѣтить, что изъ двухъ пробъ относительно постоянства объема при 7-дневномъ испытаніи слѣдуетъ употреблять пробу болѣе

строгую, а именно—пробу нагрѣваніемъ. Точно также обязательно примѣненіе пробы нагрѣваніемъ для работъ на воздухѣ.

Если-же цементъ, удовлетворяя сказаннымъ условіямъ, даетъ сопротивление смѣси 1 : 3 черезъ 7 дней менѣе 6 кил., но не ниже 5 кил., то цементъ не бракуется, а ожидаются результаты испытаній черезъ 28 дней.

*Примѣчаніе.* Въ виду однообразнаго испытанія цемента съ цѣлью взаимнаго сравненія результатовъ, всѣ приемы по производству испытаній, а также по всѣмъ физическимъ опредѣленіямъ должны быть одинаковы, для чего служитъ прилагаемая при семъ инструкція, заключающая способы производства опредѣленій и испытаній, поименованныхъ въ настоящихъ Техническихъ условіяхъ.

---

*Приложеніе 1 къ техническимъ условіямъ.*

## ИНСТРУКЦІЯ

ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ИСПЫТАНІЙ ПОРТЛАНДЪ-ЦЕМЕНТОВЪ.

### Къ § 3. Удѣльный вѣсъ.

Удѣльный вѣсъ опредѣляется помощью объемомѣра\*), представляющаго стеклянный сосудъ съ трубкою, раздѣленною на десятыя доли куб. сантиметра.

Для сего, вливъ скипидаръ до нулеваго дѣленія на трубкѣ, всыпаютъ постепенно 100 граммовъ цемента (взвѣшаннаго съ точностью до миллиграмма), встряхивая приборъ и постукивая по трубкѣ. По удаленіи воздуха, закрываютъ трубку пробкою и, выждавъ 10—15 минутъ, пока жидкость не сдѣлается свѣтлою, читаютъ показаніе уровня ея (по нижней части мениска); частное отъ раздѣленія вѣса всыпаннаго цемента на объемъ, занимаемый послѣднимъ въ объемомѣрѣ,

---

\*) Это опредѣленіе признается достаточно точнымъ для практическихъ цѣлей.

представляет удѣльный вѣсъ цемента. Необходимо соблюдать, чтобы во время опыта не мѣнялась температура и чтобы приборъ, скипидаръ и цементъ находились, по возможности, дольше въ одной температурѣ, для уравненія температуръ ихъ. За удѣльный вѣсъ даннаго цемента принимается среднее изъ двухъ опредѣленій.

#### Къ § 4. Схватываніе цемента.

##### А. *Опредѣленіе нормальной густоты чистаго раствора.*

Количество воды для нормальной густоты раствора изъ чистаго цемента опредѣляется *измѣрителемъ густоты*—приборомъ такого-же устройства, какъ *иλλα Вика*, только съ стержнемъ болѣе толстымъ, а именно, діам. 1 см. Вѣсъ всего стержня съ тарелкою 330 грам., кольцо для помѣщенія тѣста имѣетъ высоту 4 см. и діаметръ 8 см. Для опредѣленія нормальной густоты чистаго раствора, замѣшиваютъ тѣсто изъ 400 грамм. цемента съ такимъ количествомъ воды, которое примѣрно даетъ густоватое тѣсто, перемѣшиваютъ тѣсто самымъ тщательнымъ образомъ, энергично обрабатывая въ теченіе 5 минутъ (для быстро схватывающихся цементовъ отъ 1—2 минутъ), послѣ чего наполняютъ имъ, по возможности, безъ встряхиванія, кольцо, уложенное на не всасывающей (стеклянной) подкладкѣ, и срѣзаютъ излишекъ тѣста.

Далѣе, стержень спускаютъ осторожно до тѣхъ поръ, чтобы указатель сталъ противъ дѣленія 40 на шкалѣ, и затѣмъ даютъ ему *свободно* погружаться въ тѣсто.

То количество воды въ ‰ по вѣсу отъ взятаго для затворенія цемента, при которомъ погруженіе стержня соответствуетъ положенію указателя противъ дѣленія 6 на шкалѣ, есть *нормальное* для чистаго раствора, и это количество воды берутъ для затворенія, при изученіи условій схватыванія на иглѣ Вика, а также въ случаѣ приготовленія изъ чистаго цемента лепешекъ и образцовъ для испытанія крѣпости.

Количество воды, соответствующее нормальной густотѣ чистаго раствора, для различныхъ цементовъ измѣняется обыкновенно въ предѣлахъ отъ 24 до 31‰, но для различныхъ партій цемента одного и того-же завода въ извѣстной поставкѣ довольно постоянно.

### В. Начало и срок схватыванія.

Для опредѣленія начала и срока схватыванія, затворяется тѣсто изъ 400 граммовъ цемента съ вышеопредѣленнымъ нормальнымъ количествомъ воды (п. А) и накладывается съ тѣми же предосторожностями въ кольцевую коробку (сосудъ), которая подставляется подъ тонкую иглу (діам. 1 мм.). Иглѣ этой даютъ черезъ извѣстные промежутки времени (для медленно схватывающихся цементовъ чрезъ 5 и болѣе минутъ, для быстро схватывающагося ежеминутно) свободно погружаться въ тѣсто, каждый разъ подводя подъ иглу новую часть тѣста и доводя ее до его поверхности.

Начало схватыванія наступаетъ, когда игла только что не доходитъ до стеклянной подкладки, показывая на шкалѣ, примѣрно, дѣленіе  $\frac{1}{2}$  миллиметра (между 0 и 1), а срокъ схватыванія, когда игла *вовсе* не углубляется въ тѣсто.

Для опредѣленія срока схватыванія съ меньшей точностію служить лепешка на стеклѣ, которая можетъ имѣть значеніе только, какъ предварительная проба или какъ практическая проба для послѣдовательныхъ поставокъ извѣстной партіи цемента и, притомъ, медленно схватывающагося. Лепешка готовится точно такъ же, какъ для пробы относительно *постоянства объема*. Во всякомъ случаѣ, срокъ схватыванія опредѣляется не менѣе, какъ по *двумъ* лепешкамъ, въ виду неточности этого способа опредѣленія.

Во всѣхъ случаяхъ, когда схватываніе при предварительной пробѣ лепешкой оказывается быстрое, а также въ спорныхъ случаяхъ вообще, опредѣленіе срока схватыванія обязательно производить *иглою*. Цементъ, оказавшійся быстро схватывающимся, не бракуется и подвергается новой пробѣ послѣ вылеживанія, причемъ вторая проба считается *окончательною*.

### Къ § 5. Постоянство объема.

#### А. Проба лепешкою въ водѣ.

Для этой пробы изъ тѣста, приготовленнаго изъ чистаго цемента съ количествомъ воды, соответствующимъ *нормальной* густотѣ, дѣлается на гладкомъ стеклѣ или на желѣзной пластинкѣ ле-

пешка діаметромъ 8—10 см. и толщиною (въ срединѣ) въ 1 см. Черезъ 24 часа и, во всякомъ случаѣ, не ранѣе наступленія схватыванія лепешка погружается въ воду, гдѣ остается въ теченіи 27 дней.

Въ теченіе этого времени появленіе трещинокъ въ радіальномъ направленіи у краевъ лепешки или искривленіе ея безусловно указываетъ на непостоянство объема портландъ-цемента.

### *Б. Проба нагрѣваніемъ.*

Лепешка, приготовленная такимъ же образомъ и также не ранѣе наступленія срока схватыванія, помѣщается въ воздушную баню, гдѣ должна оставаться, при температурѣ въ 120° С., не менѣе часа. Лепешка при этомъ не должна обнаруживать искривленій или радіальныхъ трещинокъ по краямъ.

### *Примѣчаніе къ А и В (§ 5).*

Въ виду того, что цементъ идетъ на работы, какъ подводныя, такъ и воздушныя, то удовлетвореніе § 5 требуется одновременно *на воздухъ и въ воду*.

Для обоого рода пробъ относительно постоянства объема берется по двѣ лепешки.

Трещинки усыханія, появляющіяся не у краевъ лепешки, а у середины ея въ видѣ концентрическихъ или поверхностныхъ волосныхъ трещинокъ, не служатъ доказательствомъ измѣняемости объема цементнаго раствора; онѣ происходятъ отъ усыханія тѣста, вслѣдствіе быстрого и неравномѣрнаго удаленія воды (по причинѣ сухой атмосферы, теченія воздуха, дѣйствія солнечныхъ лучей и т. п.).

### **Къ § 6. Помоль цемента.**

Крупность помола цемента опредѣляется просѣвкой черезъ цементныя сита въ 900 отверстій и 4900 отв. на 1 кв. см.; для чего берется 100 граммовъ порошка и просѣивается до тѣхъ поръ, пока части цемента проходятъ черезъ соотвѣтственное сито.

### **Къ § 7. Условія испытанія крѣпости.**

Количество воды для затворенія смѣси изъ 1 ч. цемента и 3 ч. нормальнаго песка, соотвѣтствующее также нормальной густотѣ



раствора съ пескомъ, или опредѣляется лабораторнымъ путемъ помощью *цементнаго копра*, или же берется на основаніи заявленія заводчиковъ.

Если же количество воды не можетъ быть опредѣлено за неимѣніемъ копра и не указано заводчикомъ, то рекомендуется брать около 10% воды отъ вѣса сухой смѣси и измѣнять это количество соотвѣтственно дѣйствительной надобности, для полученія удобно обрабатываемаго тѣста.

Количество воды для затворенія чистаго цемента, соотвѣтствующее нормальной густотѣ раствора, опредѣляется, какъ выше сказано, измѣрителемъ густоты (см. § 4).

Образцы, какъ изъ чистаго цемента, такъ и изъ смѣси цемента съ пескомъ должны оставаться въ теченіе первыхъ 24 часовъ на воздухѣ, во влажномъ пространствѣ (для предупрежденія трещинокъ усыхания), послѣ чего погружаются въ воду, гдѣ остаются до момента испытанія. Вода, въ которой хранятся образцы, должна мѣняться разъ въ недѣлю.

#### *А. Опредѣленіе количества воды для нормальной густоты раствора изъ смѣси цемента съ пескомъ.*

Количество воды для нормальной густоты раствора изъ смѣси цемента съ пескомъ опредѣляется извѣстною механическою работою на *цементномъ копрѣ*.

Для сего къ смѣси 750 граммовъ, изъ 1 части цемента и 3 част. нормальнаго песка, на сухо перемѣшанной, прибавляется прпмѣрно такое количество воды, которое необходимо для полученія сыровой смѣси, и все перерабатывается въ теченіе 5 мпнута (для быстро схватывающихся въ теченіе 1—2 мпн.). Переработанная смѣсь кладется въ форму прибора и уплотняется механическою работою въ 75 кпллограммометровъ, по совершеніи которой при нормальной густотѣ раствора должно появиться выдѣленіе изъ подъ формы цементной жидкости \*).

Опредѣленное такимъ образомъ количество воды берется для приготовления образцовъ изъ смѣси 1 части цемента и 3 частей песка.

---

\*) Такъ напр. на копрѣ Тетмайера этотъ моментъ соотвѣтствуетъ 15 ударамъ.

*Б. Приготовление образцовъ изъ раствора изъ смѣси 1 ч. цемента и 3 ч. нормальнаго песка для испытанія крѣпкости.*

Отвѣшанные цементъ и песокъ, въ пропорціи 1 : 3, тщательно перемѣшиваются и затворяются водой въ количествѣ, соответствующемъ нормальной густотѣ (§ 7), причемъ тѣсто перерабатывается въ теченіе 5 мин. для медленно схватывающихся цементовъ и 1—2 мин. — для быстро схватывающихся.

Приготовленное тѣсто накладывается въ металлическія формы, хорошо вычищенные, смоченныя водой и расположенныя на не всасывающей (мраморной, стеклянной или металлической) доскѣ. Растворъ накладывается сразу съ излишкомъ такъ, чтобы онъ значительно возвышался надъ формами и вколачивается желѣзной лопаточкой, вѣсомъ до 250 граммовъ, до тѣхъ поръ, пока на поверхности не покажется вода; тогда излишекъ раствора срѣзаютъ и выглаживаютъ ножомъ. Приготовленные такимъ образомъ образцы освобождаютъ изъ формъ послѣ затвердѣванія и кладутъ ихъ на не всасывающую доску и покрываютъ стекляннымъ ящикомъ, поставивъ подъ него сосудъ съ водою.

*Примѣчаніе.* Добавленіе раствора въ формы и вторичное вколачиваніе не допускаются, во избѣжаніе неоднаковой плотности образцовъ. Какъ замѣшиваніе тѣста, такъ и приготовленіе образцовъ должны дѣлаться, по возможности, одними и тѣми же лицами и инструментами.

Количество образцовъ, приготовляемыхъ изъ одного и того же тѣста, слѣдуетъ дѣлать, для медленно схватывающагося цемента, не свыше 12, и, во всякомъ случаѣ, приготовленіе образцовъ изъ затвореннаго тѣста должно заканчиваться до наступленія начала схватыванія.

*В. Приготовление образцовъ изъ чистаго раствора на не всасывающей подкладкѣ.*

Приготавливаютъ растворъ изъ чистаго цемента съ количествомъ воды, соответствующимъ нормальной густотѣ, обрабатываютъ его тщательно въ теченіе 5 мин., и затѣмъ накладываютъ съ излишкомъ одновременно въ нѣсколько, положенныхъ на мраморную доску, формъ

(для медленно схватывающегося цемента не свыше 12 формъ), тщательно вычищенныхъ и смазанныхъ масломъ. Приподнимая доску съ одного конца, даютъ ей мелкіе толчки о столъ, для полного удаленія воздуха изъ раствора, и затѣмъ срѣзаютъ излишекъ раствора.

Образцы остаются въ формахъ до тѣхъ поръ, пока достаточно не затвердѣютъ, вообще же, отъ 15 до 24 часовъ, также во влажномъ пространствѣ (къ § 7 В), а чрезъ сутки по затвореніи опускаются въ воду, гдѣ остаются до испытанія.

Формы кладутся на доску съ прокладкой слегка влажной пропускной бумаги.

### Г. Испытаніе разрывной крѣпкости на приборъ Михаэлиса.

Приборъ Михаэлиса представляетъ рычажный приборъ съ двойною передачею. При отношеніи плечъ 10 и 5 къ 1 и сѣченіи образца въ 5 квадр. сантим., сопротивленіе на кв. см. получится, умножая разрывающій грузъ на 10.

Предъ производствомъ опыта, образецъ, вынутый изъ воды, слегка обтирается и осторожно очищается отъ неровностей, избѣгая малѣйшаго поврежденія образца.

Нагруженіе чашки прибора должно производиться механически \*) мелкой дробью № 9 съ однообразной скоростью, прѣмѣрно, около 150 граммъ въ секунду. Въ случаѣ рѣзко отличающихся другъ отъ друга результатовъ, должно обращать особое вниманіе на сѣченіе разрыва образцовъ, не существовало-ли трещинокъ, образовавшихся въ мѣстахъ разрыва образцовъ до испытанія, а также на правильность формы образцовъ.

---

### Общее замѣчаніе.

Всѣ затворенія, для приготовленія лепешекъ и образцовъ для пробы на крѣпкость, могутъ быть исполняемы какъ на прѣсной, такъ и на морской водѣ, приливая воду сразу или въ нѣсколько пріемовъ. Рекомендуется, при производствѣ испытаній на портовыхъ работахъ, опредѣленіе срока схватыванія и пробы на постоянство объема дѣлать и на морской водѣ, съ цѣлью болѣе полного изученія свойствъ цементовъ въ этомъ отношеніи.

---

\*) Напр. приборами Урѣшева, Михаэлиса и др.

Всѣ опредѣленія и испытанія слѣдуетъ производить въ помѣщеніи съ однообразной температурой, отъ 15 до 18° Ц., употребляя воду комнатной температуры.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда это требованіе въ отношеніи температуры не выполнимо, необходимо дѣлать оговорку въ журналахъ испытанія, указывая температуру.

Всякое перемѣшиваніе для полученія тѣста изъ чистаго цемента или изъ смѣси цемента съ пескомъ должно продолжаться одинаковое время, а именно: 5 минутъ для медленно схватывающихся цементовъ и 1 до 2 мин. для быстросхватывающихся.

Какъ лепешки, такъ и образцы, приготовленные для пробы на крѣпкость, въ теченіе всего времени пребыванія ихъ на воздухѣ до погруженія въ воду (во всякомъ случаѣ до наступленія схватыванія) должны храниться во влажномъ пространствѣ, во избѣжаніе трещинокъ усыхания.

---

*Приложеніе 2 къ техническимъ условіямъ.*

## ИНСТРУКЦІЯ

### ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКАГО НАДЗОРА НА ЗАВОДѢ ЗА ИЗГОТОВЛЕНІЕМЪ ПОРТЛАНДЪ-ЦЕМЕНТА.

Технической надзоръ на заводѣ за изготовленіемъ договореннаго къ поставкѣ портландъ-цемента имѣеть цѣлью удостовѣриться въ томъ, что заготовляемый для поставки портландъ-цементъ обладаетъ тѣмъ опредѣленнымъ, постояннымъ составомъ и тѣми качествами хорошаго продукта, которыя отъ него требуются техническими условіями пріемки для работъ.

Надзоръ сей долженъ заключаться:

1) Въ наблюденіи за доброкачественностью употребляемыхъ для приготовления портландъ-цемента сырыхъ матеріаловъ, а именно: глины и известняка, при производствѣ портландъ-цемента изъ искусственной смѣси, и мергелей, при производствѣ естественнаго портландъ-цемента. Матеріалы эти должны обладать постоянно, во время всего выполненія заводомъ заказа, такимъ составомъ, который соотвѣтствуетъ

требуемому техническими условіями составу продукта; причем мергели для естественнаго портландъ-цемента, хотя бы и добываемые изъ одного и того же карьера, должны, въ виду возможнаго разнообразія ихъ состава, тщательно сортироваться. Песокъ въ составѣ глины, подготовленной для употребленія, можетъ быть допускаемъ лишь очень мелкій и притомъ въ количествѣ, не превосходящемъ 3—4% по вѣсу. Углекислый магній ( $MgCO_3$ ) въ составѣ глины, извести и мергелей можетъ быть допускаемъ лишь въ такихъ количествахъ, которыя въ готовомъ продуктѣ дадутъ содержаніе окиси магнія ( $MgO$ ) не свыше 3% по вѣсу, а въ теченіе 1890 и 1891 гг.—не свыше 5%.

2) Въ наблюденіи за правильнымъ составомъ сырой смѣси, предназначаемой для обжига.

3) Въ надзорѣ за надлежащей сортировкой матеріала, поступающаго въ дробилку и подъ жернова послѣ обжига: матеріаль этотъ долженъ обладать слѣдующими наружными признаками:

а) темнымъ, сѣровато-чернымъ цвѣтомъ съ оттѣнками: зеленымъ или зеленоватымъ и синеватымъ.

и б) большою плотностью.

Эти качества рѣзко отличаютъ хорошо обожженный продуктъ отъ недожженнаго, обладающаго меньшею плотностью и свѣтлымъ, желтоватымъ или красно-сѣрымъ цвѣтомъ.

*Примѣчаніе.* Явленіе большаго количества недожога указываетъ:

а) на неправильный ходъ обжига при производствѣ портландъ-цемента изъ искусственной смѣси;

б) на неоднородность сыраго матеріала и на несоотвѣтствіе обжига со свойствами его при производствѣ естественнаго портландъ-цемента изъ естественныхъ мергелей.

4) Въ надзорѣ за количествомъ и составомъ добавочныхъ примѣсей къ обожженному продукту; примѣсей эти должны быть допускаемы лишь соотвѣтственно техническимъ условіямъ.

5) Въ наблюденіи за тѣмъ, чтобы тонкость помола цемента удовлетворяла требованіямъ техническихъ условій.

6) Въ повѣркѣ химическаго состава цемента по заводскимъ даннымъ относительно вошедшихъ въ составъ его матеріаловъ или же, въ случаѣ надобности, посредствомъ химическаго его анализа.

*Примѣчаніе.* Повѣрка химическимъ анализомъ состава готового цемента, а также служащихъ для изготовленія его матеріаловъ и ихъ смѣсей, можетъ заключаться или въ наблюденіи за соответственными анализами, производимыми заводомъ, или въ особыхъ повѣрочныхъ анализахъ, въ случаѣ надобности.

7) Въ наблюденіи за тѣмъ, чтобы насыпка, укупорка бочекъ и срокъ вылеживанія цемента на заводѣ до отпуска на работы соответствовали техническимъ условіямъ.

и 8) Въ повѣркѣ качествъ отпускаемаго заводомъ цемента механическими испытаніями, согласно требованіямъ техническихъ условій; каковая повѣрка можетъ заключаться или въ наблюденіяхъ за испытаніями, производимыми заводомъ, или, въ случаѣ надобности, въ особыхъ повѣрочныхъ испытаніяхъ.

Въ случаѣ замѣченныхъ отступленій въ предварительныхъ процессахъ при изготовленіи цемента отъ правилъ, указанныхъ въ пунктахъ 1 и 2, наблюдающій, не затрудняя производства своими требованіями, предоставляетъ себѣ право удостовѣриться въ надлежащихъ качествахъ готового продукта болѣе полными испытаніями.

