

620.1

Г 20

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНІЕ
ЦЕМЕНТНЫХЪ ИСПЫТАНІЙ ВЪ ГЕРМАНИИ.

(Докладъ М. Гари на конгрессѣ Международнаго Общества испытанія
матеріаловъ въ Буда-Пештѣ въ 1901 г.).

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типографія Спб. Градоначальства Изм. п., 8-я р., д. № 20.
1901.

1991

620.1+6915

Г 20

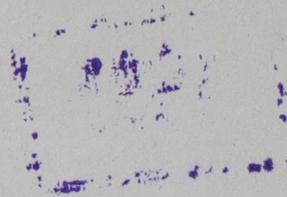
А. ...
ТРЕ: ...
Дата: 2004

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ

ЦЕМЕНТНЫХЪ ИСПЫТАНІЙ ВЪ ГЕРМАНИИ.

(Докладъ М. Гари на конгрессѣ Международнаго Общества испытанія матеріаловъ въ Буда-Пештѣ въ 1901 г.).

40003



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типографія Спб. Градоначальства Изм. п., 8-я р., д. № 20.
1901.

Значительныя выгоды и техническія и экономическія, обусловленныя правильнымъ выборомъ строительныхъ матерьяловъ, все болѣе и болѣе становятся очевидными и вслѣдствіе этого изученіе этихъ матерьяловъ переходитъ на научную почву. Благодаря этому стали обращать большое вниманіе на изученіе методовъ, посвященныхъ характеристикѣ качествъ строительныхъ матерьяловъ и дающихъ возможность отличить лучшіе и цѣнные изъ нихъ отъ тѣхъ, которые не обладаютъ высокими качествами.

Въ частности способы испытанія портландскаго цемента — матерьяла, получившаго въ наше время необыкновенно важное значеніе — достигли удивительной степени совершенства.

Въ 1877 г. нѣмецкіе фабриканты портландскаго цемента образовали общество, которое въ слѣдующемъ году, 12 ноября 1878 г., выпустило свои «Правила для однообразнаго испытанія и приѣмки портландскаго цемента», и эти «Правила» были одобрены высшей прусской администраціей по строительному вѣдомству.

Первоначально при помощи этихъ правилъ имѣли въ виду изгнать изъ нѣмецкаго рынка продукты низшихъ качествъ; тогда еще нельзя было предвидѣть того значенія, которое приобрѣли испытанія портландскаго цемента за послѣдніе двадцать лѣтъ.

28 іюля 1887 г. Прусскія Королевскія Министерства торговли, промышленности и общественныхъ работъ разослали подвѣдомственнымъ учрежденіямъ циркуляръ, предписывающій сообразоваться съ пересмотрѣнными «Правилами» при испытаніяхъ портландскихъ цементовъ, а затѣмъ эти «Правила» были также приняты и прочими союзными государствами.

Такимъ образомъ „Правила для однообразнаго испытанія и пріемки портландъ-цемента“ 1887 г. являются основаніемъ способовъ испытанія портландъ-цемента въ Германіи.

Изученіе способовъ испытанія портландъ-цемента, такъ какъ оно производится нынѣ, требуетъ изложенія этихъ „Правиль“ и, пользуясь этимъ случаемъ, мы укажемъ на новѣйшіе изслѣдованія, а также и на тѣ измѣненія, которыя были въ нихъ сдѣланы, равно какъ и на тѣ, которыя предлагается ввести въ эти „Правила“. Эти „Правила“ начинаются слѣдующимъ *опредѣленіемъ* портландъ-цемента:

Портландъ-цементъ есть продуктъ, получаемый при помощи обжига тѣсной смѣси матерьяловъ, содержащихъ углекислую известь и глину, какъ существенныя составныя части. Обжигъ долженъ быть доведенъ до спеканія и полученный продуктъ долженъ быть тонко измельченъ.

Начиная съ 1882 г. къ портландъ-цементу начали примѣшивать измельченные доменные шлаки и это обстоятельство, которому приписывали упадокъ цементной промышленности въ Германіи, дало поводъ опубликовать вышеизложенное опредѣленіе.

Опасность, которая угрожала нѣмецкой строительной промышленности вслѣдствіе замѣны портландъ-цемента смѣсями, не поддающимися контролю, сдѣлалась очевидной. Довѣріе иностранцевъ къ хорошимъ качествамъ нѣмецкихъ портландъ-цементовъ было бы поколеблено и промышленность, которая такъ значительно развивалась, могла быть совершенно подорвана.

Устраненіемъ этой опасности строительная промышленность обязана Обществу нѣмецкихъ фабрикантовъ цемента, которое съ самаго начала положило конецъ подмѣшиванію шлаковъ. 6 іюля 1882 г. Общество приняло слѣдующее постановленіе:

Общее собраніе Общества нѣмецкихъ фабрикантовъ цемента объявляетъ: продажа подъ именемъ портландъ-цемента всякаго цемента, къ ко-

тому послѣ обжига примѣшаны постороннія вещества нисшихъ качествъ, представляетъ подлогъ со стороны продавца, если этотъ послѣдній при продажѣ и пріемкѣ не обозначилъ примѣсей. Прибавка постороннихъ веществъ, имѣющая въ виду только приданіе нѣкоторыхъ свойствъ цементу, не должна считаться фальсификаціей лишь въ томъ случаѣ, если эта прибавка не превосходитъ 2% по вѣсу.

Послѣ обнаруженія пересмотрѣнныхъ „Правилъ“ Общество перемѣнило свое названіе и стало называться „Обществомъ нѣмецкихъ фабрикантовъ портландъ-цемента“ и, сообразно своимъ статутамъ, писало своимъ членамъ слѣдующее:

Члены Общества обязуются выпускать въ продажу подъ именемъ портландъ цемента исключительно продуктъ, получаемый обжигомъ (доведеннымъ до спеканія) тѣсной смѣси матерьяловъ, содержащихъ углекислую известь и глину, какъ существенныя составныя части; продуктъ долженъ быть тонко измельченъ.

Члены Общества обязуются не признавать за портландъ цементъ всякій продуктъ, изготовленный иначе, чѣмъ указано выше, или къ которому, во время или послѣ обжига, примѣшаны постороннія вещества, и продажу такихъ продуктовъ подъ названіемъ портландъ цементъ обязуются считать обманомъ со стороны продавца.

Прибавка малыхъ количествъ (до 2%), цѣлью которыхъ является регулированіе скорости схватыванія цемента, составляетъ исключеніе и не подводится подъ обязательства предшествующаго параграфа.

Всякій членъ Общества, поступающій вопреки указаннымъ выше постановленіямъ, исключается изъ Общества и объ такомъ исключеніи доводится до всеобщаго свѣдѣнія.

Вслѣдствіе такого постановленія члены Общества еще и теперь должны давать подписку въ томъ, что они обязуются точно выполнять это постановленіе и

представлять комитету право контролировать их продукты относительно чистоты.

Благодаря таким энергичным мѣропріятіямъ, начавшее было входить въ употребленіе подмѣшиваніе порландъ-цементовъ доменными шлаками и другими веществами скоро прекратилось.

Въ самое послѣднее время начали возникать новые цементные заводы, по большей части въ связи съ металлургическими, которые или прямо изготовляют порландъ-цементъ изъ доменныхъ шлаковъ, или смѣшиваютъ эти шлаки съ матерьялами, предназначенными для изготовленія порландъ-цемента, или даже примѣшиваютъ шлаки къ уже обожженному продукту, и снова возникла борьба на этой почвѣ.

Общество нѣмецкихъ фабрикантовъ порландъ-цемента держится мнѣнія, что смѣсь порландъ-цемента съ другими матерьялами является уже растворомъ и что само смѣшеніе съ такими же издержками и съ такими же результатами можетъ быть произведено на мѣстѣ постройки. При изготовленія смѣси на мѣстѣ постройки есть возможность контролировать цементъ, тогда какъ цементы, подмѣшанные на заводахъ, не легко подчиняются такому контролю.

Вслѣдствіе большого сходства въ химическомъ составѣ между гидравлическими цементами, о которыхъ идетъ рѣчь, и тѣми матерьялами, которые служатъ для подмѣшиванія, до сихъ поръ не выработано надежнаго способа, съ помощью котораго можно было бы опредѣлить точно пропорцію составныхъ частей въ подобныхъ смѣсяхъ.

Способы испытанія, предложенные съ этой цѣлью, не могутъ быть примѣнены на постройкахъ лицами, не имѣющими основательныхъ познаній въ химіи и не располагающими специальными приспособленіями.

Обнаруженіе фальсификаціи порландъ-цемента является неизбѣжнымъ, если, какъ это и было раньше, „Правила для однообразнаго испытанія и пріемки пор-

ландъ-цемента“ могутъ имѣть значенія только для настоящихъ портландъ-цементовъ.

Дѣйствительно, только портландъ-цементъ можетъ быть характеризованъ надлежащимъ образомъ при помощи „Правиль для испытанія“, всякіе другіе гидравлическіе продукты, испытанные на основаніи тѣхъ же самыхъ правилъ, не могутъ быть сравниваемы съ портландскимъ цементомъ, не принимая во вниманіе различныхъ условій.

Опишемъ сначала вкратцѣ способы, употребляемые для открытія вредныхъ примѣсей, имѣющихъ цѣлью удешевить цементъ или же сдѣлать его, какъ говорятъ, можетъ быть дѣйствительно лучшимъ, и позволяющіе находить присутствіе нѣкоторыхъ веществъ, происходящихъ вслѣдствіе неправильной фабрикаціи.

Чистота портландъ-цемента.

Вредными составными частями, обусловленными дурными выборомъ и обработкою исходныхъ матерьяловъ, считаются слѣдующіе:

известь,
магнезія,
гипсъ.

Въ хорошемъ портландъ цементѣ извести содержится отъ 58 до 67%. Цементы, богатые известью имѣютъ склонность къ непостоянству объема.

Цементы, обожженные до спеканія, при содержаніи свыше 3% магнезій, также должны считаться опасными, на основаніи нѣмецкихъ опытовъ и, главнымъ образомъ, изслѣдованій Дикергоффа, такъ какъ они обнаруживаютъ непостоянство объема даже по истеченіи продолжительнаго времени послѣ затворенія. Наконецъ, въ Германіи равнымъ образомъ не допускаются цементы съ содержаніемъ гипса болѣе 2%, такъ какъ они также почти всегда измѣняются въ объемѣ.

Пропорцію этихъ трехъ веществъ точно можно опредѣлить только при помощи химическаго анализа,

тѣмъ болѣе, что пещитаны, предложенныя для опредѣленія постоянства объема, о которыхъ рѣчь будетъ ниже, даютъ намъ указанія на недостаточность неизмѣнности объема.

Въ качествѣ примѣсовъ къ портландъ-цементу употребляютъ: красящія вещества, глину, песокъ, золу, толченый известнякъ, толченый глинистый сланецъ, гидравлическую известь, гравь, силикаты извести (напр., доменные шлаки). Присутствіе всѣхъ этихъ тѣлъ, за исключеніемъ доменныхъ шлаковъ, можетъ быть обнаружено при помощи удѣльнаго вѣса, потери при прокаливаніи, по тому, какъ относятся цементы къ разбавленнымъ кислотамъ и другими способами.

Примѣска гидравлической извести можетъ быть обнаружена по присутствію щелочи въ водномъ растворѣ и по поглощенію угольной кислоты.

По Фрезеніусу растворъ, полученный послѣ обработки 0,5 гр. хорошаго портландъ-цемента, содержитъ количество щелочей, отвѣчающее 4—6,25 куб. сан. $\frac{1}{16}$ -го нормальнаго раствора соляной кислоты (HCl), и 3 гр. цемента не должны поглощать болѣе 1,8 миллигр. угольной кислоты.

До сихъ поръ не выработано надежнаго способа для открытія въ цементѣ доменныхъ шлаковъ.

Доменные шлаки болѣею частью имѣютъ такой же цвѣтъ, какъ и портландскіе цементы, и составъ ихъ не настолько отличается отъ портландъ-цемента, чтобы можно было примѣнить химическій анализъ для окончательнаго разрѣшенія вопроса о составѣ смѣси. Прежній способъ, употребляемый для открытія въ цементѣ доменныхъ шлаковъ, предложенный Фрезеніусомъ, заключается въ опредѣленіи удѣльнаго вѣса, потери при прокаливаніи, въ дѣйствиіи нормальнаго раствора соляной кислоты и обезцвѣчиваніи раствора минеральнаго хамелеона.

Для чистаго портландъ-цемента Фрезеніусъ установилъ слѣдующіе предѣлы:

а) удѣльный вѣсъ: не менѣе 3,125, и во всякомъ случаѣ не ниже 3,1.

б) Щелочность раствора для 0,5 гр. цемента отвѣчаетъ 4—6,25 куб. сан. $\frac{1}{10}$ нормального раствора соляной кислоты.

в) Для обработки 1 гр. измельченнаго цемента должно итти около 18,80 — 21,67 куб. сан. соляной кислоты, во всякомъ случаѣ количество кислоты не должно быть значительно меньше.

г) На 1 гр. цемента должно итти такое количество раствора, минеральнаго хамелесна, которое отвѣчало бы 0,79—2,80 миллигр. KMnO_4 и, во всякомъ случаѣ, не многимъ больше.

Удѣльный вѣсъ долженъ быть опредѣленъ съ помощью приборовъ Шумахера или Ердменгера. При этихъ опредѣленіяхъ наблюдается объемъ, занимаемый отвѣшеннымъ количествомъ цемента; цементъ всыпаютъ въ сосудъ, наполненный скипидаромъ и наблюдаютъ уровень жидкости послѣ того, какъ будутъ удалены пузырьки воздуха.

Чтобы избѣгать всякихъ ошибокъ при измѣреніи, необходимо, чтобы цементъ и сосудъ со скипидаромъ въ продолженіи долгаго времени находились одинъ возлѣ другого въ лабораторіи, чтобы такимъ образомъ они имѣли бы одинаковую температуру во время опыта.

Обработка цемента водой можетъ дать полезныя указанія потому, что различныя вещества при подобной обработкѣ отдають водѣ различныя количества составныхъ частей, обладающихъ щелочной реакціей.

Съ этой цѣлью Фрезениусъ предложилъ просѣивать одинъ граммъ цемента, подозрѣваемаго въ фальсификаціи, черезъ сито въ 5000 отверстій и затѣмъ взбалтывать въ продолженіи 10 минутъ со 100 куб. сант. дистиллированной воды при комнатной температурѣ, потомъ жидкость отфильтровываютъ черезъ сухой фильтръ и титруютъ 50 куб. сант. полученной жидкости $\frac{1}{10}$ нормальнымъ растворомъ соляной кислоты.

Для опредѣленія дѣйствія разбавленной кислоты два цементы Фрезеніуса рекомендуемъ взбалтывать 1 гр. цемента, просѣявшаго черезъ сито въ 5000 отв., въ продолженіи 10 минутъ съ растворомъ, образованнымъ 70 куб. сант. воды и 30 куб. сант. нормальнаго раствора соляной кислоты.

Жидкости даютъ окисляться или фильтруютъ ее черезъ сухой фильтръ, изъ полученнаго филътрата берутъ 50 куб. сант. и титруютъ ихъ при помощи нормальнаго раствора бѣднаго кали. Затѣмъ вычисляютъ, сколько куб. сант. нормальнаго раствора соляной кислоты нейтрализуется однимъ граммомъ цемента.

Испытаніе съ помощью раствора минеральнаго хамелеона $KMnO_4$ производится по Фрезеніусу слѣдующимъ образомъ: одинъ граммъ измельченнаго цемента обрабатывается 150 куб. сант. раствора, образованнаго изъ одной части разведенной сѣрной кислоты (уд. в. 1,12) и двухъ частей воды, затѣмъ къ жидкости прибавляютъ растворъ $KMnO_4$ до тѣхъ поръ, пока не появится розовое окрашиваніе.

При помощи такихъ опредѣленій Фрезеніусъ установилъ, что 1 гр., порландъ-цемента обезцвѣчиваетъ отъ 0,79 до 2,30 миллигр. минеральнаго хамелеона.

При помощи такого же раствора и тѣхъ же приѣмовъ Фрезеніусъ нашелъ, что количество минеральнаго хамелеона, потребнаго для окисленія, измѣняется отъ 44 и 34 до 74,67 миллигр. въ зависимости отъ сорта доменныхъ шлаковъ.

Такое различіе слѣдуетъ приписать тому, что въ порландъ-цементѣ желѣзо находится почти исключительно въ видѣ окиси, тогда какъ въ шлакахъ оно является въ видѣ закиси.

Въ послѣднее время, впрочемъ, было замѣчено, что цементы, обожженные во вращающихся печахъ или вообще въ возстановительномъ пламени, при подобной же обработкѣ требуютъ значительныхъ количествъ минеральнаго хамелеона, хотя они и вовсе не содержатъ шлаковъ.

Такимъ образомъ это испытаніе, примѣненное только одно, не имѣетъ болѣе никакого значенія и должно считаться лишь какъ способъ неполнаго наведенія.

Испытаніе при помощи раствора KMnO_4 должно производиться слѣдующимъ образомъ:

Одинъ граммъ цемента, просѣяннаго черезъ сито въ 5000 отверстій, высыпается въ Эрленмейеровскую колбу, къ нему приливаютъ 30 куб. сан. воды и тщательно размѣшиваютъ.

Затѣмъ туда приливаютъ 20 куб. сант. KMnO_4 и 150 куб. сан. смѣси 1 объема сѣрной кислоты (уд. в. 1,12) и двухъ объемовъ воды. Если черезъ короткое время окрашиваніе исчезаетъ, прибавляютъ снова 20 куб. сан. раствора KMnO_4 и повторяютъ это до тѣхъ поръ, пока окрашиваніе не перестанетъ исчезать. Оставляютъ колбу стоять около 5 минутъ, время отъ времени взбалтывая; затѣмъ титруютъ при помощи раствора соли Мора (66 гр. на литръ) до полнаго обезцвѣчиванія, и прибавляютъ снова растворъ KMnO_4 до появленія остающагося розоваго окрашиванія.

Для открытія присутствія доменныхъ шлаковъ можно воспользоваться слѣдующимъ способомъ:

А) Предварительное испытаніе.

Цементъ, подлежащій изслѣдованію, прежде всего испытывается при помощи раствора минеральнаго хамелеона по способу Фрезеніуса. Если на одинъ граммъ цемента расходуется менѣе 3 миллигр. KMnO_4 , то можно заключить, что цементъ не содержитъ шлаковъ, если же, наоборотъ, минеральнаго хамелеона идетъ болѣе 3 мгр. на одинъ граммъ цемента, то изслѣдуемый цементъ можетъ оказаться:

- 1) приготовленный обжигомъ во вращающихся печахъ (цементъ, полученный въ восстановительномъ пламени);
- 2) подмѣшанный доменными шлаками и сырыми

измельченными матерьялами, къ которымъ были приобавлены:

- а) шлаки въ бумажъ,
- б) смѣсь была отдѣлана послѣ обжига;
- в) тѣсно смѣшанный со шлаками до обжига.

Цементъ, требующій болѣе 3 мгр. KMnO_4 , долженъ быть подвергнутъ раздѣленію отмучиваніемъ слѣдующимъ образомъ.

В) Раздѣленіе.

Цементъ раздѣляется на двѣ части α и β при помощи ситъ въ 2500, 5000 и 10000 отверстій, затѣмъ тщательно высушивается при температурѣ около 100°C .

Отъ каждой порціи берутъ по 5 гр. и всыпаютъ ихъ въ приборъ напр. Горада, гдѣ цементъ отмучивается въ смѣси йодистаго метилена и очищеннаго скипидара. Жидкость эта при 15°C должна имѣть плотность 3,01.

Йодистый метиленъ, который, въ случаѣ надобности, высушивается хлористымъ кальціемъ, передъ опытомъ долженъ быть профильтрованъ черезъ порландскій цементъ, предварительно прокаленный и охлажденный въ эксикагорѣ.

Опредѣленіе удѣльнаго вѣса жидкости производится при помощи ареометра Гауеншильда.

Раздѣленіе каждой порціи на фракціи удѣльнаго вѣса болѣе и меньше 3,01 производятъ въ пустотѣ.

Давленіе воздуха не имѣетъ никакого вліянія.

Если пользуются водянымъ насосомъ, то между аппаратомъ для отмучиванія и насосомъ слѣдуетъ поставить вульфову стьянку.

II. Легкія части, плавающія на поверхности могутъ состоять:

- | | |
|--|------|
| а) изъ угли удѣльнаго вѣса въ среднемъ | 1,39 |
| б) изъ гипса | 2,33 |
| в) изъ золь углей | 2,73 |
| г) изъ доменныхъ шлаковъ | 2,94 |

Всѣ эти тѣла могутъ быть отдѣлены другъ отъ

друга въ томъ же аппаратѣ при помощи соответственныхъ жидкостей.

Въ цементахъ, которые въ предыдущей статьѣ подь буквой А обозначены цифрами 1 и 3, легкихъ веществъ отдѣляется очень немного и они, главнымъ образомъ состоятъ изъ а—с.

Въ цементахъ, подмѣшанныхъ шлаками (А 2—а и в) шлаки отдѣляются безъ труда.

II. Тяжелыя части, тонущія въ жидкости уд. в., 301 могутъ состоять:

е) изъ цемента удѣльнаго вѣса въ среднемъ—3,035

ф) изъ частицъ желѣза, полученныхъ изъ шлаковъ, и различныхъ соединеній желѣза.

Съ помощію іодистаго метилена или другихъ подходящихъ жидкостей, эти тѣла можно также раздѣлить.

С) Анализъ.

Химическій анализъ каждой фракціи покажетъ, съ какимъ веществомъ мы имѣемъ дѣло.

Доменные шлаки всегда болѣе богаты кремніемъ и бѣдны известью, чѣмъ кортландъ-цементъ

Правила испытаній цемента.

1. Вѣсъ.

Прусскія „Правила“ совершенно не указываютъ предѣловъ для удѣльнаго вѣса портландъ-цемента, предписанія ограничиваются лишь указаніемъ вѣса брутто и нетто бочекъ, употребляемыхъ въ торговлѣ, которыя должны вѣсить 180 килогр. брутто и 170 нетто, тогда какъ полубочки должны вѣсить 90 килогр. брутто и 83 нетто, 180 килогр. равны 400 англійскимъ фунтамъ.

Хотя, такимъ образомъ, не существуетъ никакого указанія на минимальный относительный вѣсъ, тѣмъ не менѣе на практикѣ принято обозначать вѣсъ цемента, уплотненнаго встряхиваніемъ, и неуплотненнаго. Къ сожалѣнію еще нѣтъ однообразнаго способа для такого опредѣленія.

Самая форма литра не употребляется однообразная: пользуются и прежней прусской мѣрою для жидкостей, и литрами для зерна, и цилиндрическими сосудами, емкостью въ 1 литръ, діаметръ которыхъ равенъ высотѣ, и даже кубическимъ дециметромъ.

При опредѣленіи вѣса цемента, уплотненнаго встряхиваніемъ, форма сосуда не играетъ никакой роли, но для неуплотненнаго цемента она имѣетъ большое значеніе и было бы желательно ввести однообразный способъ для такого испытанія.

Для всыпанія цемента иногда пользуются наклонной плоскостью, по которой цементъ ссыпается въ сосудъ. Иногда цементъ прямо отсѣиваютъ въ пріемникъ, а въ Шарлотенбургѣ пользуются специальнымъ аппаратомъ, съ подвижнымъ дномъ, конструированнымъ Бемомъ. Пробовали также примѣнять непосредственное отсѣиваніе, но этого нельзя рекомендовать, такъ какъ тутъ неизбежны толчки и сотрясенія, которыя производятъ встряхиваніе цемента въ пріемникѣ.

Чтобы достигнуть однообразія въ этомъ направленіи, мы советуемъ ввести въ употребленіе простой приборъ, впервые примѣненный во Франціи, и который состоитъ изъ воронки, дно которой устроено въ видѣ сита.

Описаніе этого прибора было помѣщено въ постановленіяхъ французской комиссіи и въ предложеніяхъ, представленныхъ под-комиссіей В Международнаго Общества для испытанія матерьяловъ, рассмотрѣнныхъ въ Дрезденѣ 27 Сентября 1899 г.

Во всемъ случаѣ, чтобы не расходиться съ нѣмецкими правилами объ измѣреніи сыпучихъ тѣлъ, я не могу рекомендовать употребленіе литра, діаметръ котораго равенъ высотѣ, какъ это принято во Франціи, а предложилъ бы принять цилиндрическую мѣру, емкостью въ 1 литръ, которою пользуются для измѣренія сыпучихъ тѣлъ, какъ это указано въ § 17 постановленій объ измѣреніяхъ, а именно, чтобы отношеніе діаметра къ высотѣ было 3:2. Такой литръ дол-

жень имѣть въ діаметрѣ 124, 1 мм. Колебанія допускаются отъ 128 до 120 мм.

II. Срокъ схватыванія.

Относительно срока схватыванія прусскія „Правила“ указываютъ слѣдующее:

Сообразно употребленію можно требовать, чтобы цементъ былъ медленно или быстро схватывающимся.

Медленно схватывающимися цементами называются такіе, которые схватываются не ранѣе, какъ по прошествіи двухъ часовъ или болѣе.

Разъясненія.

Чтобы опредѣлить срокъ схватыванія цемента, готовятъ растворъ, затворяя частый цементъ водой и перемѣшивая массу въ продолженіи 3 минутъ для медленно — схватывающагося цемента и 1 минуты для быстросхватывающагося, затѣмъ полученное тѣсто сразу перекладываютъ на стеклянную пластинку и готовятъ изъ нея лепешку толщиной около 1,5 сент., которая утончается къ краямъ

Консистенція цементнаго раствора при приготовленіи этой лепешки должна быть такова, чтобы цементное тѣсто, помещенное на стеклянную пластинку при помощи лопаточки, распростиралось только послѣ нѣсколькихъ постукиваній по стеклянной пластинкѣ, но большей части для этого необходимо взять отъ 27 до 30% воды.

Считается, что цементъ схватился, когда лепешка сдѣлается настолько твердою, что оказываетъ сопротивленіе легкому надавливанію ногтемъ.

Чтобы опредѣлить точно срокъ схватыванія, и чтобы найти начало схватыванія которое для цементовъ быстро схватывающихся имѣетъ большое значеніе, такъ какъ затвореніе цемента должно быть производимо до наступленія схватыванія, пользуются нормальной иглой (Вика) весомъ въ 300 гр., цилиндрической, съ сѣченіемъ въ 1 кв. сант., перпендикулярнымъ къ оси иглы.

На стеклянную пластинку помещают металлическое кольцо высотой в 4 сант., внутренний диаметр которого 8 сант., заполняют его цементным раствором и ставят под углом, когда игла не может проходить через эту массу, принимается за начало схватывания. Время, прошедшее до того момента, когда игла не оставляет заметных следов на поверхности раствора, считается сроком (концом) схватывания.

Так как температура воздуха и воды, употребленной для затворения, влияет на скорость схватывания (высокая температура ускоряет, низкая замедляет), то для получения согласных результатов следует производить испытание при температурах от 15 до 18° Ц. как воздуха, так и воды.

Во время схватывания медленно схватывающиеся цементы не должны разогреться, тогда как цементы быстро схватывающиеся могут обнаруживать заметное повышение температуры.

Только что описанный способ определения срока схватывания применяется в Германии и без существенных изменений в других странах, однако он представляет такие недостатки, что было бы желательно заменить его другим способом, дающим больше уверенности в точности.

Определение количества воды, необходимой для затворения цемента, не может быть произведено определенным образом, так как оно зависит от экспериментатора. Равным образом оно изменяется в зависимости от энергичности, с которой производится затворение, а влияние количества воды на срок схватывания значительное.

Допуская даже, что опытный экспериментатор может довольно точно определить количество воды, уловить момент, когда игла перестает давать заметный след на поверхности схватившегося раствора, чрезвычайно трудно, так как поверхность цемента обыкновенно

повенно покрывается легким налетом; на котором игла может оставлять следы очень долго после того, как цемент схватился.

Даже если снять цементную массу со стекла и произвести испытание иглой надъ нижней поверхностью, то часто получают круглые отпечатки долгое время спустя после того, как цемент схватился.

Въ другомъ мѣстѣ я описалъ подробно способъ, при помощи котораго были произведены испытанія надъ схватываніемъ цемента въ Испытательной станціи въ Шарлотенбургѣ *).

Исследования, направленные къ усовершенствованію способа опредѣленія срока схватыванія, до настоящаго времени, можно сказать, не дали удовлетворительныхъ результатовъ.

Приборъ съ иглой Гетмайера неудобенъ потому, что производить удары и при каждомъ паденіи иглы встряхиваетъ растворъ.

Приборъ, построенный въ Англіи Гудманомъ, въ которомъ небольшое колесо вращается въ цементное тѣсто и движется въ сосудѣ, наполненномъ этимъ тѣстомъ, со скоростью, которую можно контролировать, въ то время какъ игла, укрепленная на оси колеса, чертитъ кривую схватыванія, при параллельныхъ испытаніяхъ, даетъ очень различные результаты, которые совершенно не могутъ быть согласованы съ результатами, получаемыми съ помощью иглы Вика.

Партъ въ Чикаго предложилъ очень простой способъ, состоящій въ томъ, что черезъ опредѣленные промежутки времени пропускаютъ проволоку черезъ цементную лепешку, приготовленную на шиферной пластинкѣ. Благодаря своей простотѣ, этотъ способъ можетъ быть примененъ въ качествѣ простаго испы-

*)) Приборы и способы испытанія порландъ-цемента, применяемые въ королевской механической и технической испытательной станціи. Отчетъ Кор. Тех. Ис. Ст. Берлинъ, 1896, стр. 155.

таніе на работахъ, но его нельзя принять, какъ лабораторный способъ испытанія.

Общество нѣмецкихъ фабрикантовъ порландъ-цемента совместно съ испытательными станціями въ Штутгартѣ и Шарлотенбургѣ намѣрено заняться отысканіемъ новаго способа опредѣленія срока схватыванія и при этомъ постарается устранить вытеканіе воды во время схватыванія, которое всегда имѣетъ мѣсто при испытаніяхъ съ иглой Вина, когда пользуются, какъ это дѣлается почти всегда, бездоннымъ каучуковымъ или металлическимъ кольцомъ, при чемъ нѣкоторое количество воды всегда вытекаетъ и смачиваетъ стекло.

Какимы бы способомъ не производились испытанія надъ схватываніемъ, необходимо всегда обращать большое вниманіе на постоянство температуры воздуха, цемента и воды. Передъ опытомъ необходимо всегда на нѣсколько часовъ оставлять стоять въ открытыхъ сосудахъ цементъ и воду при комнатной температурѣ въ томъ помѣщеніи, гдѣ будетъ производиться испытаніе; при вычисленіи результатовъ необходимо всегда считаться съ условіями температуры и влажности воздуха. Въ качествѣ гигрометра можно пользоваться приборомъ Соссюра-Кюпета, который очень распространенъ и можетъ быть рекомендованъ, такъ какъ дозволяетъ легко опредѣлять степень насыщенія воздуха парами, и безъ особаго труда, можетъ быть вывѣренъ и исправленъ.

Повышеніе температуры при схватываніи можно опредѣлять всякимъ термометромъ, на обыкновенно пользуются максимальнымъ термометромъ, устроеннымъ такимъ образомъ, что цилиндрической резервуаръ съ ртутью утончается къ своей нижней конечности. Термометръ долженъ быть раздѣленъ на пятые градусы, что даетъ возможность отсчитывать десятые.

Въ послѣднемъ параграфѣ разъясненій, касающихся параграфа III „Правиль“, высказано мнѣніе, что быстро схватывающій порландъ-цементъ дѣлается медленно схватывающимся послѣ долгаго храненія въ складѣ.

Справедливость такого мнѣнія, какъ общаго правила не подтверждена.

Неоднократно было замѣчено, впервые докторомъ Томей, что многіе цементы, только что приготовленные, показываютъ медленное схватываніе, затѣмъ съ теченіемъ времени, становятся быстросхватывающимися, а потомъ снова дѣлаются медленно схватывающимися.

Причина такого явленія кроется во внутреннемъ строеніи портландъ-цемента, о которомъ, къ сожалѣнію, до сихъ поръ нѣтъ точныхъ свѣдѣній, но изученіе этого явленія представляетъ большую важность.

Международное Общество испытанія матерьяловъ уже образовало комиссію (12) съ цѣлью изучить различными способами, какъ относятся различные цементы къ схватыванію.

Предсѣдатель комиссіи № 12 Ле Шателье уже снесся съ членами комиссіи для объединенія матерьяловъ.

Мы также собрали нѣкоторый матерьялъ по этому вопросу и опубликовали его въ отчетахъ Кор. Исп. Мех. и Тех. Ст. (1900 г., стр. 160).

Прежде, чѣмъ придти къ окончательнымъ рѣшеніямъ по этому вопросу, необходимо совершенно разяснить внутренніе процессы, совершающіеся въ портландъ-цементѣ, и было бы также необходимо установить точный способъ для опредѣленія срока схватыванія.

Если среди заводчиковъ, продавцовъ и практиковъ испытаніе иглой Вика считается достаточнымъ для опредѣленія срока схватыванія, то тѣмъ не менѣе ясно, что разногласія, происходящія по временамъ, способны причинить серьезные убытки въ торговлѣ вслѣдствіе отказа въ приѣмкѣ нѣкоторыхъ партій.

III. Постоянство объема.

Портландскій цементъ долженъ всегда обладать постоянствомъ объема.

Лепешка изъ чистаго цемента, приготовленная на стеклянной пластинкѣ, и предохраненная отъ вы-

сыхания, послѣ погруженія въ воду по прошествіи 24 часовъ или болѣе продолжительнаго времени, не должно обнаруживать ни разслоеванія, ни трещинокъ у краевъ. Цементъ, выдержавшій съ успѣхомъ это испытаніе, можетъ считаться обладающимъ неизмѣннымъ объемомъ.

Разъясненія:

Для выполненія этого испытанія, лепешка приготовленная для опредѣленія срока схватыванія погружается въ воду по прошествіи 24 часовъ и во всякомъ случаѣ послѣ того какъ произошло схватываніе. Для быстро схватывающихся цементовъ погруженіе можетъ быть произведено по прошествіи болѣе короткаго времени.

Лепешки, особенно приготовленныя изъ медленно схватывающагося цемента, должны быть предохранены отъ воздушныхъ токовъ и отъ солнечныхъ лучей до тѣхъ поръ, пока не произойдетъ схватываніе; это достигается легко, помѣщая ихъ въ закрытые ящики или прикрывая ихъ мокрымъ полотенцемъ.

Этимъ избѣгаютъ трещинъ усыхания, которыя вообще образуются на срединѣ лепешекъ, и которыя по неопытности можно принять за трещины, происшедшія вслѣдствіе непостоянства объема.

Если на краяхъ образуются трещины, или во время тверднѣнія подъ водой происходитъ отслаиваніе цементной массы, то это съ несомнѣнностью доказываетъ, что цементъ не обладаетъ постоянствомъ объема, т. е. вслѣдствіе увеличенія объема происходитъ разтрескиваніе цемента, сопровождаемое постепеннымъ ослабленіемъ сцѣпленія частицъ, первоначально приобрѣтеннаго, которое можетъ привести къ полному разрушенію цементнаго раствора.

Обыкновенно уже по прошествіи 3 дней можно наблюдать характерные признаки непостоянства и во всѣхъ случаяхъ достаточно наблюденія впродолженіи 28 дней.

Указываемый прусскими „Правилами“ способъ

опредѣленія постоянства объема, благодаря своей простотѣ, является наиболѣе распространеннымъ и не въ одной только Германіи, тѣмъ не мѣнѣе почти вездѣ его считаютъ неудовлетворительнымъ. Въ частности ему ставятъ упрекомъ то, что для опредѣленія пригодности цемента въ смыслѣ постоянства объема требуется слишкомъ долгій срокъ, и что въ большинствѣ случаевъ невозможно задержать приѣмку цемента до того времени, пока будетъ произведено окончательное заключеніе.

Доводъ этотъ неопровержимъ и усилія, направленные къ открытію болѣе быстрого способа опредѣленія постоянства объема, являются совершенно основательными.

Уже многіе предлагали различныя способы для быстрого опредѣленія постоянства объема; докторъ Михаэлисъ предложилъ способъ, основанный на прокаливаніи пластинки, докторъ Гейнцель—нагрѣваніе до краснаго каленія цементнаго шарика, Тетмайеръ предлагаетъ подвергать шарикъ кипяченію, Маклей—способъ съ горячей водой, Деваль—испытаніе паромъ Прюссингъ—испытаніе при помощи сдавливанія лепешекъ, докторъ Эрдменгеръ—испытаніе паромъ при большомъ давленіи.

Всѣ эти способы, конечно, представляютъ извѣстныя преимущества, но всѣ они страдаютъ тѣмъ недостаткомъ, что не могутъ быть признаны безошибочными во всѣхъ случаяхъ, такъ какъ весьма часто случается, что на основаніи результатовъ, полученныхъ при помощи этихъ способовъ, цементъ, не обладающій постоянствомъ объема, можно признать доброкачественнымъ и наоборотъ, можно забраковать цементъ, который прекрасно можетъ быть примѣненъ для постройки.

Въ виду этого и чтобы положить конецъ постояннымъ спорамъ о достоинствѣ того или другого ускореннаго способа, Шарлоттенбургская Испытательная станція совместно съ Обществомъ нѣмецкихъ фабрикантовъ портландъ-цемента предприняла обширное

ислѣдованіе главнѣйшихъ способовъ, предложенныхъ для быстраго опредѣленія постоянства объема.

Эти испытанія были произведены надъ 10 порландъ-цементами, относительно которыхъ было хорошо извѣстно, что они не выдерживали ускоренныхъ испытаній, хотя на практикѣ дали хорошіе результаты.

Для этихъ цементовъ было тщательно испытано не только постоянство объема въ практикѣ, но также произведены испытанія прочности надъ образцами до 4-лѣтняго срока.

Изъ этихъ цементовъ также приготовили орнаменты и выставили ихъ на открытій воздухъ для наблюденія.

Результаты этихъ различныхъ испытаній были опубликованы *in extenso* въ приложеніи № 1 Отчетовъ Корол. техн. и мех. испыт. ст. 1899 г.

Эти результаты, кромѣ того, были дополнены таблицей, въ которой я наложилъ новые данные по вопросу о томъ, каковы оказались на практикѣ нѣкоторые подозрительные цементы *)

На основаніи всѣхъ этихъ изслѣдованій приходится заключить, что способы для ускореннаго опредѣленія постоянства объема не пригодны для того, чтобы во всѣхъ случаяхъ дать точное указаніе, какъ это свойство цемента скажется на практикѣ, въ виду того, что цементы не выдержавшіе ускоренныхъ испытаній оказались вполне удовлетворительными въ различныхъ сооруженіяхъ, которыя не давали повода ни къ малѣйшему сомнѣнію въ ихъ постоянствѣ объемѣ.

Ускоренные способы, такимъ образомъ, предложенные до сихъ поръ, не могутъ быть примѣнены покупателемъ въ качествѣ контрольнаго средства на испытаніе постоянства объема.

Это, конечно, не исключаетъ возможности пользоваться этими способами для лабораторныхъ или фабричныхъ испытаній. Можно будетъ воспользоваться

*) Отчетъ кор. тех. и мех. ис. ст. 1900, стр. 57 и 1900 стр. 124 и дальше.

по крайней мѣрѣ нѣкоторыми изъ этихъ способовъ въ слѣдующихъ трехъ случаяхъ:

- 1) Для простаго контроля фабричныхъ продуктовъ.
- 2) Для испытанія цементовъ, предназначенныхъ для опредѣленнаго употребленія, и для которыхъ постоянство объема должно быть совершеннымъ, или которыя должны идти для сооруженій исключительныхъ (приемники для горячихъ веществъ, издѣлія изъ чистаго цемента, сооруженія, подверженныя суровымъ переменамъ погоды и др.).
- 3) При изслѣдованіяхъ цементовъ, содержащихъ магнезію.

Открытие способа, пригоднаго для опредѣленія постоянства объема, способа практическаго, который могъ бы быть примѣняемъ потребителемъ на мѣстѣ постройки, должно составить цѣль общихъ усилій.

Одно только точное измѣреніе можетъ дать численныя указанія относительно постоянства объема и тѣхъ измѣненій и деформаций, которыя цементъ испытываетъ въ чистомъ состояніи или въ смѣси съ пескомъ въ различныхъ условіяхъ времени и влажности.

Этой цѣли при текущихъ испытаніяхъ въ Германіи удовлетворяетъ приборъ Баушингера. Однако приборъ этотъ представляетъ то неудобство, что передъ каждымъ измѣреніемъ образецъ долженъ быть помѣщенъ между двумя остріями, при чемъ нужно обращать особенное вниманіе на то, чтобы эти острія каждый разъ точно приходились въ однихъ и тѣхъ же мѣстахъ.

Пробовали эти точки отмѣтить постояннымъ образомъ при помощи стеклянныхъ или латунныхъ пластинокъ, специально сдѣланныхъ для этой цѣли, но было замѣчено, что со временемъ латунь окисляется, для стекла же чрезвычайно трудно устанавливать полированные края, не разбивая стекла.

Послѣ многихъ испытаній съ различными металлами, Шарлотенбургская испытательная станція остановилась на маленькихъ агатовыхъ пластинкахъ съ

крайни возможно лучше отполированными и благодаря этому, можно было производить точныя измѣренія.

Чтобы избѣгать неудобствъ, представляющихся при выниманіи и вкладываніи образцовъ, профессоръ Мартенсъ построилъ очень простой приборъ, который позволяетъ одновременно производить наблюденія надъ всею серіей образцовъ.

Измѣненія длины образцовъ въ этомъ приборѣ измѣряются при посредствѣ рычаговъ, которые едають возможность дѣлать отчеты измѣненій длины, увеличенныхъ въ 200 разъ.

Подробности объ этомъ приборѣ приведены въ протоколахъ засѣданій Общества немецкихъ фабрикантовъ портландъ-цемента 1899 г. д. стр. 1066.

Клебе въ Мюнхенѣ для опредѣленія измѣненія объема растворовъ предложилъ пользоваться клиномъ, который помещается между двумя иглами встакнутыми въ еще неотвердѣвшее тѣсто на опредѣленномъ разстояніи. Аппаратъ этотъ однако не получилъ всеобщаго распространенія.

Приборъ Лешателье применялся въ Германіи лишь въ нѣсколькихъ случаяхъ.

IV. Тонкость помола.

Прусскія „Правила“ указываютъ:

Портландъ-цементъ долженъ быть измолотъ на столько тонко, чтобы при просѣиваніи черезъ сито въ 900 отверстій на кв. сантиметрѣ оставлять не больше 10% остатка. Диаметръ проволоки въ ситѣ долженъ быть вдвое меньше ширины отверстій.

Разъясненія.

При просѣиваніи для каждого испытанія берутъ 100 гр. цемента.

Такъ какъ цементъ почти всегда затворяется съ пескомъ, иногда даже съ очень значительными количествами песка, то сопротивленіе раствора будетъ тѣмъ значительнѣе, чѣмъ тоньше измелченъ при-мѣняемый цементъ (такъ какъ въ такомъ случаѣ

большее количество цементныхъ частицъ будетъ принимать участіе), поэтому тонкость помола цемента представляетъ большую важность и этимъ нельзя пренебрегать.

Поэтому является полезнымъ проверять степень крупности цементныхъ зеренъ однообразнымъ способомъ при помощи сита въ 900 отверстій, какъ это было указано выше.

Однако было бы неточно судить о достоинствѣ цемента на основаніи тонкости помола, потому что менѣе твердые цементы нисшихъ качествъ, вообще говоря, размалываются болѣе тонко, чѣмъ цементы хорошо обожженные. И однако эти послѣдніе, несмотря на большую крупность зерна, обладаютъ большей связывающей способностью, чѣмъ первые.

Если цементъ долженъ быть затворенъ въ смѣсь съ известью, то лучше взять цементъ, хорошо обожженный и очень тонко измолотый. Болѣе высокая стоимость такого цемента замѣтнымъ образомъ будетъ компенсироваться улучшеніемъ раствора.

Тонкость помола, обусловленная этими указаніями 10% остатка на ситѣ въ 900 отверстій) при настоящемъ состояніи производства слишкомъ мала.

Если разсмотрѣть многочисленные результаты испытаній, произведенныхъ надъ цементами въ Шарлотенбургской лабораторіи, то можно видѣть, что большинство германскихъ портландъ-цементовъ, находящихся въ продажѣ, даютъ остатокъ всего въ нѣсколько процентовъ, и даже, что цементы, оставляющіе на ситѣ въ 5000 отверстій на квадр. сант. болѣе 20% остатка, составляютъ рѣдкое исключеніе. При такомъ тонкомъ помолѣ сито въ 5000 отверстій, принятое вопреки „Правилъ“, является даже недостаточнымъ.

Нужно, кромѣ того, имѣть въ виду, что сита, которыми пользуются на практикѣ, не являются правильными, такъ что испытанія цементовъ, произведенныхъ съ помощью ихъ, довольно ненадежны, прибавимъ еще, что сохраненіе ситъ или аппаратовъ

употребляемымъ для просѣиванія, значительно вліяетъ на результаты.

Чѣмъ болѣе тонко сито, тѣмъ труднѣе его изготовленіе и очевидно, что для цементовъ, 80% которыхъ приходится черезъ сито въ 5000 отверстій, такое сито не можетъ давать указанія на тонкость помола *).

Кромѣ того, благодаря новѣйшимъ изслѣдованіямъ стало извѣстно, что въ наиболѣе измельченной части цемента при храненіи происходитъ дальнѣйшее распыленіе, которое нельзя обнаружить съ помощью сита, но которое можно замѣтить по различію удѣльнаго вѣса между цементами. Хотя причина этого неизвѣстна, но приходится отказаться отъ ситъ для опредѣленія тонкости помола портландъ—цементовъ и обратиться къ способамъ раздѣленія или съ помощью дутья или токомъ воды. До сихъ поръ не выработано однообразныхъ правилъ для этихъ испытаній.

V. Механическія испытанія.

1. Приготовленіе образцовъ.

а) Смѣси цемента и песка.

Для опредѣленія сопротивленія цемента въ Германіи и почти во всѣхъ странахъ, за исключеніемъ Америки и Англій вмѣстѣ съ колоніями, принято считать испытанія, произведенныя надъ растворами изъ цемента и песка, достаточными и рѣшающими. Растворъ составляется изъ одной части по вѣсу цемента и трехъ частей *нормального песка*.

Въ этомъ отношеніи прусскія „Правила“ даютъ слѣдующія указанія:

Вязущая способность портландъ-цемента должна быть опредѣлена при помощи испытаній надъ растворами изъ смѣсей цемента и песка.

Испытанія состоятъ въ опредѣленіи сопротивленій разрыву и раздавливанію и должны производиться

*.) Цари. Сита для песка и цемента. Отчетъ корол. тех. и мех. инст. ст. 1896, стр. 294.

однообразнымъ способомъ, т. е. надъ образцами одинаковой формы и одинаковаго сѣченія и при помощи одинаковыхъ приборовъ.

Такъ какъ опытъ показываетъ, что результаты, полученные при испытаніяхъ надъ чистымъ цементомъ, не даютъ никакихъ указаній на способность сцѣпленія цемента съ пескомъ, особенно когда приходилось сравнивать портландъ-цементы разныхъ заводовъ, то для опредѣленія вяжущей способности цемента испытанію подвергаются растворы изъ смѣси цемента съ пескомъ.

Естественнымъ и необходимымъ условіемъ при этихъ испытаніяхъ является употребленіе одного и того же песка для всѣхъ цементовъ. Песокъ этотъ введенъ въ употребленіе подъ именемъ нормальнаго песка. Объ немъ мы будемъ говорить ниже.

Всѣ способы испытанія портландъ-цемента, принятые въ Германіи въ настоящее время, относятся къ смѣсямъ, приготовленнымъ изъ одной части цемента и трехъ частей нормальнаго песка.

Правила отъ 28 іюня 1887 года въ особенности настаиваютъ на употребленіи значительныхъ количествъ песка; вотъ что они говорятъ:

Въ виду того, что различные цементы по отношенію къ способности сцѣпляться съ пескомъ (самое существенное, что необходимо знать для ихъ примѣненія) показываютъ большія различія, крайне необходимо, особенно при сравненіи многихъ цементовъ, производить испытанія надъ цементами, смѣшанными съ большими количествами песку. Принята пропорція три части песку на одну часть цемента, такъ какъ при трехъ частяхъ песку вяжущая способность различныхъ цементовъ достаточно обнаруживается.

Величина вяжущей способности цементовъ, смѣшанныхъ съ 3 частями песка, достаточно обнаруживается, но въ виду громадныхъ успѣховъ достигнутыхъ въ приготовленіи портландъ-цементовъ въ Германіи за послѣднія десятилѣтія, намъ кажется жела-

тельнымъ достигнуть возможности при помощи испытаній устанавливать различія болѣе тонкія.

Съ этой цѣлью мы уже поднимали въ Обществѣ нѣмецкихъ фабрикантовъ порландъ-цемента вопросъ, по поводу пересмотра „Дравиль“, имѣющаго быть въ скоромъ времени, о томъ, чтобы совершенно отказаться отъ минимальныхъ сопротивленій, принятыхъ въ настоящее время (о нихъ мы будемъ говорить ниже) или даже прибавить новый отличительный признакъ, напримеръ число, указывающее *среднѣе вяжущей способности* цемента съ пескомъ такимъ образомъ, чтобы можно было знать, что за цементъ, который, при наибольшей пропорціи песка, достигаетъ некотораго опредѣленнаго сопротивленія. Съ практической точки зрѣнія такое испытаніе представляется необходимымъ.

Такой способъ испытанія позволилъ бы наилучшимъ образомъ воспользоваться цементами, обладающими наивысшими предѣлами вяжущей способности.

Конечно, подобное испытаніе предполагаетъ употребленіе нормальнаго песка, который по тонкости зерна болѣе бы приближался къ пескамъ, употребляемымъ при постройкахъ, нежели тотъ нормальный песокъ съ крупнымъ зерномъ, которымъ пользуются въ Германіи въ настоящее время.

Этому условію легко удовлетворить, введя въ употребленіе нормальный песокъ, образованный смѣсью песковъ различной крупности зерна.

в) Нормальный песокъ.

Относительно нормальнаго песка прусскія «Дравиль» указываютъ слѣдующее:

Для полученія согласныхъ результатовъ должно во всякъ случаѣ употреблять песокъ одного и того же рода и одной и той же крупности зерна.

Для приготовленія такого нормальнаго песка промываютъ возможно лучше кварцевый песокъ, высушиваютъ и просеиваютъ черезъ сито въ 60 отверстій

на квадр. сант., чтобы освободить его отъ крупныхъ кусковъ; этотъ песокъ снова просѣиваютъ черезъ сито въ 120 отверстій на квадр. сант., чтобы удалить самую мелкія крупинки. Для перваго сита толщина проволоки должна быть 0,38 мм., для втораго—0,32 мм.

Въ виду того, что кварцевые пески, даже при одинаковой обработкѣ, не всегда даютъ согласные результаты, необходимо провѣрить, даетъ ли нормальный песокъ, которымъ пользуются, величины крѣпости согласныя съ тѣми, которыя получаютъ при употребленіи нормальнаго песка, приготовленнаго подѣ наблюденіемъ распорядительнаго комитета Общества нѣмецкихъ фабрикантовъ портландъ-цемента, и который примѣняется на Королевской Испытательной Станціи въ Шарлотенбургѣ (Берлинѣ).

До введенія „Правиль“ въ качествѣ нормальнаго песка примѣняли песокъ изъ Фрейвальда на Одерѣ.

По постановленіямъ международныхъ конференцій въ Мюнхенѣ, Берлинѣ, Дрезденѣ и Вѣнѣ нормальный песокъ изъ Фрейвальда былъ выбранъ въ качествѣ основного, съ которымъ должны сравняться всѣ остальные.

Вотъ что было постановлено:

Должно употреблять нормальный песокъ, полученный изъ кварцеваго песка, возможно болѣе чистаго.

Нормальнымъ пескомъ въ точномъ смыслѣ этого слова, къ которому должны быть отнесены все испытанія, считается песокъ изъ Фрейвальда, приготовленный при помощи ситъ въ 60 и 120 отверстій. Прочимъ странамъ предоставляется свободный выборъ нормальнаго песка; желательно, чтобы этотъ песокъ по отношенію къ испытаніямъ крѣпости, обладалъ такими же свойствами, какъ и Фрейвальдскій песокъ. Если же это невозможно, то необходимо установить коэффициенты сравненія.

Вышеприведенное желаніе, чтобы прочія страны выбрали нормальный песокъ, обладающій по отношенію къ величинамъ сопротивленія такими же свойствами

какъ и нѣмецкій, до сихъ поръ совершенно не было выполнено. Нѣсколько лѣтъ тому назадъ намъ пришлось сравнивать нормальные пески сосѣднихъ странъ. Изъ этихъ наблюдений обнаружилось, что вліяніе этихъ песковъ на величины сопротивлений чрезвычайно различно, хотя по крупности зерна они не различались вѣдущимъ образомъ. Эти пески даютъ то большія, то меньшія величины, вѣдущимъ тѣ, которые получаются съ нормальными нѣмецкими песками.

Каждый песокъ вліяетъ различно на сопротивленія разрыву и раздѣленію, указывая даже на подобныя отклоненія при испытаніяхъ, сдѣланныхъ съ однимъ цементомъ, по своему вѣдущимъ большія затрудненія при опредѣленіи коэффициентовъ, которые бы позволяли непосредственно сравнивать цементы, приготовленные съ песками различныхъ странъ; въ этомъ нѣтъ ничего удивительнаго, если обратиться къ опытамъ, проведеннымъ въ Пермианѣ надъ нормальнымъ нѣмецкимъ пескомъ изв. Фрейенвальда.

Многочисленными опытами было доказано, что даже небольшія различія въ стратификаціи этого кварцеваго песка, который вообще представляетъ большую правильность, могутъ оказывать значительное вліяніе на вѣдущую диамантовыхъ растворовъ. Было также замѣчено, что даже незначительныя отклоненія въ крупности зерна вліяютъ на сопротивленіе растворовъ.

Были попытки, и при составленіи прусскихъ „Привилегій“ и въ постановленіяхъ Конференцій, установить точно крупность зерна для песка, предписывая, каковы должны употребляться сита, и каковы должны быть размеры отверстій; но хорошо извѣстно, что на практикѣ невозможно приготовить сита совершенно правильныя и которыя бы оставались правильными, и поэтому, при употребленіи ситъ, изготовленныхъ для полученія нормальнаго песка, извѣстныя отклоненія неизбежны.

Подкомиссія I В. международного Общества уже приняла это во вниманіе. Она настаиваетъ на томъ обстоятельстве, что кварцевые пески опредѣленной

крупности зерна могут давать очень различающееся сопротивление, если эти пески взяты съ различныхъ мѣсторожденій, даже если природа ихъ поверхностей и примѣсей не представляетъ замѣтнаго различія. Комиссія эта заявила, что было бы желательно выбрать международный хорошо опредѣленный песокъ и для просѣиванія пользоваться ситами съ круглыми отверстиями.

Чтобы придти къ такому результату Общество нѣмецкихъ фабрикантовъ порландъ-цемента снеслось съ Шарлотенбургскою Испытательною Станціей.

Тщательными работами былъ выработанъ способъ для приготовленія песка изъ Фрейенвальда, который удовлетворяетъ всѣмъ основательнымъ требованіямъ. Вопросъ этотъ детально изложенъ въ отчетахъ засѣданій Общества нѣмецкихъ фабрикантовъ порландъ-цемента.

Свойства прусскаго нормальнаго песка, полученнаго такимъ образомъ (его можно найти въ продажѣ) и употребляемаго равнымъ образомъ въ другихъ союзныхъ государствахъ, опредѣлены въ 1901 г. слѣдующимъ образомъ:

До тѣхъ поръ, пока не будетъ принятъ новый нормальный песокъ, нормальный песокъ будетъ приготовляться при помощи промывки и отсѣиванія кварцеваго песка третичной эпохи, происходяшаго изъ хорошо опредѣленнаго слоя залежей Гаммерталя въ Фрейенвальдѣ.

Нормальный песокъ долженъ содержать не менѣе 99% SiO_2 и не болѣе 1% примѣсей, удаляемыхъ промываніемъ.

Зерна этого песка должны проходить черезъ круглыя отверстия въ 1,35 мм. и должны оставаться на ситѣ съ круглыми отверстиями 0,775 мм.

Толщина стѣнки контрольнаго сита должна быть 0,25 мм. При контролѣ съ помощью этихъ ситъ не допускается болѣе 2% крупныхъ частей и 10% мелкихъ. Контроль производится Королевскою Испытательною Станціей въ Шарлотенбургѣ. Песокъ отпускается въ

мѣшкахъ, снабженныхъ пломбой Испытательной Станціи.

Если подобнымъ же образомъ, но воспользовавшись тремя ситами, подобными или совершенно такими же, какими пользуются во Франціи (сита съ отверстиями въ 2—1,5—0,5 мм. въ діаметрѣ) изъ Фрейенвальдскаго песка готовить нормальный, то можно было бы значительно увеличить эксплуатацію песчаныхъ залежей, можно было бы производить количество нормального песка, достаточное для международного рынка.

Это былъ бы важный шагъ въ международномъ объединеніи цементныхъ испытаній.

с) Смѣшиваніе.

Сообразно съ прусскими „Правилами“, смѣсь цемента съ пескомъ готовится въ чашкѣ, сначала на сухо, а потомъ съ прибавкой 10% воды. Затѣмъ вся масса тщательно перемѣшивается въ продолженіи 5-ти минутъ. Пока еще вопросъ объ инструментахъ для этой операціи не разбирался.

Опытъ показываетъ, что для портландъ-цементовъ съ такимъ тонкимъ измолотомъ, какъ это практикуется въ Германіи, 10% воды — пропорція слишкомъ сильная. Цементный растворъ, затворенный съ слишкомъ большимъ количествомъ воды послѣ уколачиванія въ форму спустя короткое время, выдѣляетъ воду и цементную жидкость въ замѣтномъ количествѣ, которая собирается на поверхности наполненной формы. Такимъ образомъ происходитъ потеря воды, которую нельзя контролировать, и надлежащая плотность не имѣетъ мѣста.

Поэтому были принуждены отклониться отъ указаній, даваемыхъ „Правилами“ и вычислять пропорцію воды сообразно природѣ цемента.

Но такъ какъ пропорція воды въ извѣстной степени вліяетъ на результаты испытаній крѣпости, а именно

цементные растворы съ малой пропорціей воды *) вообще даютъ лучшіе результаты, то отступленіе отъ однообразнаго способа привело къ нѣкоторымъ неудобствамъ и весьма часто уничтожало согласіе результатовъ, полученныхъ при опредѣленіи сопротивленій когда изслѣдованія надъ однимъ и тѣмъ же цементомъ производились въ различныхъ мѣстахъ.

Сверхъ того способы смѣшенія приняты различныя въ испытательныхъ станціяхъ; въ Шарлотенбургѣ замѣшиваніе съ водою производится на каменнымъ столахъ съ помощью лопатки, въ Штутгартѣ пользуются чашей особой формы и шпателемъ, въ другихъ мѣстахъ тяжелыми желѣзными ложками или чашками.

Многочисленные опыты указываютъ, что продолжительность и способъ смѣшенія оказываютъ замѣтное вліяніе на результаты механическихъ испытаній **).

Пытались также придумать способъ затворенія механической, устраняющей вліяніе работающаго лица. Уже нѣсколько лѣтъ для этой цѣли пользуются приборомъ, предложеннымъ директоромъ Штейнбрюкъ въ Карлштадтѣ и приготовленнымъ на машинной фабрикѣ А. Шмельцера въ Магдебургѣ. Протоколъ ежегоднаго собранія Общества нѣмецкихъ фабрикантовъ портландъ-цемента содержитъ подробный отчетъ о предварительныхъ опытахъ, произведенныхъ съ помощью этого прибора испытательными станціями въ Шарлотенбургѣ и Штутгартѣ совместно съ Обществомъ нѣмецкихъ фабрикантовъ портландъ-цемента.

Этотъ приборъ въ послѣдствіи былъ значительно усовершенствованъ такъ, что теперь его можно рекомендовать, какъ приборъ для смѣшенія, пригодный для приготовления нормальнаго раствора. Последніе опыты показали, что возможные ошибки при смѣшеніи съ помощью этого прибора меньше, чѣмъ при ручномъ способѣ.

Испытательныя станціи въ Шарлотенбургѣ и Штут-

*) Гари. Отчетъ испыт. Ст. 1899, стр. 10.

**) Гари. Ibidem.

гарті согласились съ Обществомъ нѣмецкихъ фабрикантовъ порландъ-цемента произвести вмѣстѣ въ февралѣ 1901 г. опыты для выработки новаго способа смѣшенія, а также способа расчета пропорціи воды, необходимой для затворенія, и ввести ихъ въ нормы. Съ этой цѣлью послѣ тщательныхъ изслѣдованій пришли къ слѣдующимъ рѣшеніямъ, представленнымъ затѣмъ прусскимъ министрамъ съ просьбою включить ихъ, какъ дополнительный параграфъ въ „Правила“.

Приготовленіе смѣсей и опредѣленіе количества воды для затворенія нормального раствора.

Опредѣленіе количества воды, необходимой для затворенія смѣси изъ одной части цемента по вѣсу и трехъ частей нормального песка, при изготовленіи образцовъ для испытанія сопротивленія производится слѣдующимъ образомъ.

1. 500 гр. цемента и 1500 гр. нормального песка всыпаютъ въ чашку (пріемникъ) и перемѣшиваютъ въ сухомъ видѣ $\frac{1}{2}$ минуты при помощи легкой ложки. Затѣмъ прибавляютъ воду и снова перемѣшиваютъ $\frac{1}{2}$ минуты, потомъ тѣсто переносятъ въ аппаратъ Штейнбрюка-Шмельцера и перемѣшиваютъ двадцатью оборотами.

2. 860 гр. этого раствора помѣщаютъ въ форму. Формы для приготовленія образцовъ должны быть въ точности такія же, какъ у приборовъ, употребляемыхъ въ Шарлотенбургской Испытательной Станціи (Отчетъ Кор. Исп. Ст. 1896 г.).

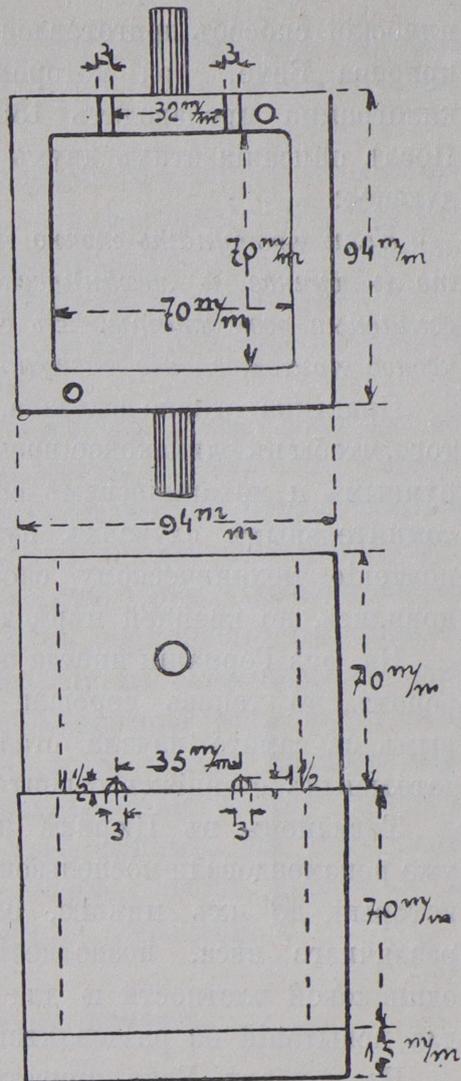
Нижній край этихъ формъ имѣетъ двѣ выемки (см. фиг. 1).

3) Сначала растворъ затворяется съ 160 гр. воды (8%), потомъ съ 200 гр. (10%). На основаніи того какъ получаются образцы, можно видѣть, какая пропорція ближе къ точному количеству воды и на осно-

ваніи этихъ данныхъ продолжать испытанія съ переменными количествами воды.

Надлежащее количество опредѣлится тогда, когда изъ цементнаго тѣста черезъ нижнія выемки начнетъ вытекать вода между 90 и 110 ударами копра. Среднее изъ трехъ опредѣленій надъ образцами, затворенными на одномъ и томъ же количествѣ воды, признается нормальнымъ. Образцы для опредѣленія сопротивленія должны затворяться съ количествомъ воды, опредѣленнымъ такимъ способомъ.

4. N.B. Вода начинаетъ появляться значительно раньше, если пользуются формами, уже бывшими въ дѣлѣ, и поэтому первый опытъ, который дѣлается съ сухими приборами, не можетъ дать точныхъ результатовъ.



Фиг. 1.

2. Приготовление образцовъ.

а) Нормальный растворъ.

Относительно приготовления цементныхъ образцовъ прусскія «Правила» сначала указываютъ способъ, какъ нужно наполнять цементнымъ растворомъ форму и

уплотнять ихъ въ ручную, затѣмъ указываютъ механической способъ приготовленія образцовъ, съ помощью прибора Беме, при которомъ грузъ вѣсомъ въ 2 килограмма производитъ 150 ударовъ на образецъ. Послѣ описанія этихъ двухъ способовъ говорится слѣдующее:

Если поступать точно по этимъ предписаніямъ, то и ручное и механическое приготовленія дадутъ согласные результаты. Въ случаѣ сомнѣнія механическое приготовленіе разсматривается, какъ точное.

Практика однако показала, что очень трудно достичь того, чтобы въ одинаковое время готовить образцы и ручнымъ и механическимъ способомъ, а такъ какъ въ сомнительныхъ случаяхъ нужно было отдавать предпочтеніе механическому способу, то на немъ и остановились, по крайней мѣрѣ для раствора 1 : 3.

На югѣ Германіи иногда пользовались другимъ приборомъ, но теперь перешли къ прибору Беме, которымъ съ самаго начала стали пользоваться въ испытательныхъ станціяхъ строительныхъ матерьяловъ.

Тетмайеръ въ Цюрихѣ и Грейель въ Вѣнѣ давно уже рекомендовали воспользоваться копромъ Тетмайера, который, по ихъ мнѣнію, благодаря двумъ грузамъ различнаго вѣса, позволяетъ готовить образцы одинаковой плотности и для испытаній на разрывъ и для испытаній на раздавливаніе.

На приборѣ Беме готовятъ образцы на разрывъ и на раздавливаніе при помощи 150 ударовъ груза вѣсомъ въ 2 килограмма и такимъ образомъ получаютъ растворы различной плотности. Большая масса образца на раздавливаніе не можетъ быть уплотнена до такой степени однимъ и тѣмъ же числомъ ударовъ, какъ малая масса образцовъ для разрыва, однако различія не бываютъ очень замѣтны и полагаютъ, что ими можно пренебречь, потому что образцы готовятъ при однихъ и тѣхъ условіяхъ, и поэтому различіе въ плотности между образцами на раз-

рывъ и на раздавливаніе почти одно и тоже во всѣхъ случаяхъ.

Ударный приборъ (коперъ) представляетъ преимущество благодаря своей простотѣ и легкости обращенія.

Приборъ для приготовленія образцовъ былъ усовершенствованъ и упрощенъ профессоромъ Мартенсомъ, и Шарлотенбургская Испытательная Станція предприняла изслѣдованія, чтобы свѣрить и сравнить всѣ части копровъ, существующихъ въ продажѣ, съ приборами находящимися на станціи.

Подъ-комиссія 1 В международнаго Общества, въ своихъ постановленіяхъ въ сентябрѣ 1899 г., не указала прибора, при помощи котораго должны приготовляться образцы, и воздержалась отъ предписанія изготовлять ихъ вообще механическимъ способомъ. Однако принятіе опредѣленнаго прибора, какъ образцоваго, представило бы большія преимущества, и въ Германіи съ этой цѣлью предложенъ приборъ доктора Бѣме съ расположеніемъ частей въ родѣ того, какъ у прибора Мартенса. Этотъ приборъ, въ продолженіе долгаго времени удовлетворявшій всѣмъ требованіямъ, въ томъ видѣ, какъ онъ изготовляется теперь, очень простъ и не представляетъ затрудненій въ обращеніи.

б) Чистый цементъ.

Объ изготовленіи образцовъ изъ чистаго цемента Прусскія „Правила“ предписываютъ слѣдующее:

Рядомъ съ этими испытаніями, полезно также опредѣлять сопротивленіе чистаго цемента. Испытанія цементовъ безъ добавки песку особенно важно въ томъ случаѣ, когда нужно сравнивать портландъ-цементы со смѣшанными цементами или другими гидравлическими веществами, такъ какъ благодаря сопротивленію, ему свойственному, высокое достоинство или лучше сказать особыя свойства портландъ-цемента, которыми не обладаютъ другія вяжущія вещества,

рть же проявляются и с темъ при испытаніяхъ съ добавкою песка.

Испытаніе сопротивленія чистаго цемента, благодаря все возрастающей тонкости помола, утратило свое значеніе, однако иногда оно неизбежно.

Для получения точныхъ результатовъ, необходимо точно выполнять предписанія, касающіяся изготовленія образцовъ.

Сообразно изъ русскимъ Правиламъ слѣдуетъ затворить 1000 гр. цемента съ 2000 куб.сант. воды, перемешивая лопаткою в продолженіи 5 минутъ, лучше всего при помощи двигателя; потомъ железной лопаткой въ 5—8 кв.сант.длиною въ 35—55 сант.и въ болѣе въ 250 гр.напаяютъ формы, укладывая лопаткою, начиная съ боковъ, все склянки въ сильной, пока масса не станетъ пружинитъ, пока на поверхности не появится вода; лопаткою не должно выскочить на дѣла краями формы; тогда выравниваютъ поверхность и наносятъ, сглаживая лопаткою форму, слѣдуетъ разматывать пока цементъ не отвердѣетъ. Образцы должны храниться въ ящикахъ съ влажнымъ воздухомъ, какъ это показано въ пунктахъ 1—3.

Указанъ былъ бы точный для цементовъ съ очень тонкимъ помоломъ или быстрое схватывающихся, требуется больше воды, такими образомъ здѣсь снова является затрудненіе для подбора образцовъ испытанія в о в с ѣ х ѣ случаяхъ.

Изъ практики известно, что болѣею частью пропорція воды, указанная Правилами, слишкомъ велика, какъ для днестыхъ цементовъ, такъ и для смѣсей съ пескомъ, такъ какъ съ такимъ количествомъ воды, не возможно достигнуть необходимой и легкой степени влажности (влажности сырой земли).

Съ другой стороны нельзя взять слишкомъ мало воды, такъ какъ цементы, обладающа большою способностью твердѣнія, достигаютъ такой компактности, что по истеченіи извѣтнаго времени сопротивленіе на разрывъ уменьшается, вмѣсто того, чтобы увеличиваться. Такимъ образомъ необходимо для этихъ испытаній

опредѣлять пропорцію воды для каждаго цемента предварительными опытами прежде, чѣмъ изготовлять образцы.

Способъ, примѣняемый въ испытательныхъ станціяхъ, который, впрочемъ, есть способъ эмпирической, былъ уже описанъ подробно *). Недостатокъ этого способа, обусловленный вязкою консистенціей цементнаго тѣста, не подлежитъ сомнѣнію, и выработка точнаго способа для опредѣленія количества воды, нужнаго для затворенія цемента, весьма желательна.

Способъ, практикуемый въ другихъ странахъ, при которомъ формы наполняютъ цементнымъ тѣстомъ подобно тому какъ при растворахъ, хотя и былъ рекомендованъ подкомиссіей 1В международного Общества, представляетъ еще большіе недостатки и послѣ опытовъ, произведенныхъ въ Германіи, ему совершенно нельзя довѣрять.

При испытаніяхъ, въ которыхъ формы наполняютъ жидкимъ тѣстомъ, невозможно достигнуть согласія между получаемыми числами въ различныхъ случаяхъ.

3. Обь обстоятельствахъ, оказывающихъ вліяніе на сопротивление образцовъ.

Если можно принять, что приборы для испытанія цементовъ точны, или что ихъ недостатки извѣстны и что можно ихъ принять во вниманіе при испытаніи, то не имѣетъ значеніе, какими приборами пользоваться для опредѣленія сопротивленій; но такъ какъ всякій приборъ и всякая машина обладаетъ свойственными имъ недостатками, которые нельзя принять въ расчетъ, то было бы полезно остановиться на опредѣленномъ типѣ прибора для испытаній одного и того же рода.

Прусскія „правила“ вообще предписываютъ пользоваться приборами, принятыми на королевской испытательной станціи въ Шарлотенбургѣ (теперь королевская мех. и хим. испытат. ст.) для провѣрки величинъ, получаемыхъ при цементныхъ испытаніяхъ.

*) Отчетъ, 1895 стр. 191.

Эти приборы и правила пользования ими большею частью описаны въ отчетѣ кор. исп. ст. 1896, стр. 155 и слѣдующія. Тамъ были предложены нѣкоторые новые приборы.

Для приготовленія растворовъ пользуются приборомъ Штейнбрюкъ-Шмельцера, для приготовленія образцовъ — приборомъ Веме съ приспособленіями Мартенса.

Испытаніе образцовъ производится приборомъ для разрыва Фрюлингъ-Михаэлиса и прессомъ въ 32 тонна Амслера-Ляфона. Какъ показали многочисленныя изслѣдованія, ошибки на этихъ приборахъ не превосходятъ 1^o/_o.

б) Форма образцовъ.

Относительно формы образцовъ прусскія „Правила“ указываютъ слѣдующее:

Для испытанія на разрывъ должно пользоваться образцами, поверхность стѣннія разрыва которыхъ равна 5 кв. сант., а для испытанія на раздробленіе кубиками, со стороной въ 50 кв. сант.

Форма нѣмецкихъ образцовъ для разрыва въ видѣ восьмерки достаточно извѣстна, и о ней нечего распространяться.

Эта же форма принята во Франціи, въ Австро-Венгріи, въ Россіи и въ Швеціи.

О вліяніи формы образцовъ, обмазыванія ихъ саломъ, наполненія ихъ растворомъ мы уже опубликовали рядъ изслѣдованій въ отчетахъ кор. исп. ст. 1898, стр. 45 и слѣд.

Въ этихъ отчетахъ, стр. 66 и сл., можно найти указанія о способахъ срѣзыванія и сглаживанія образцовъ и о времени выродолженія котораго образцы должны находиться въ формахъ.

Принято образцы для разрыва оставлять въ формахъ около $1\frac{1}{2}$ часа, а образцы для раздробленія — 20 часовъ; въ это время и слѣдующіе 24 часа ихъ сохраняютъ въ хорошо закрытомъ ящикѣ изъ листового железа, чтобы предохранить отъ высыханія.

с) Точность результатов испытаній на разрывъ и раздробленіе.

Въ частности „Правила“ указываютъ слѣдующее:

Такъ какъ отношеніе сопротивленія на раздробленіе къ сопротивленію на разрывъ различно для различныхъ гидравлическихъ веществъ, то для оцѣнки различныхъ гидравлическихъ веществъ пользуются обыкновенно сопротивленіемъ на разрывъ, и это приводитъ къ неправильному сужденію. Больше того, такъ какъ въ дѣйствительности растворы подвергаются дѣйствію силъ на раздробленіе, то кажется болѣе правильнымъ принимать во вниманіе только испытанія на раздробленіе.

Потомъ нѣсколько далѣе:

Точнымъ испытаніемъ сопротивленія должно считать испытаніе на раздробленіе по истеченіи 28 дней, потому что въ болѣе короткій промежутокъ времени вяжущая способность не можетъ быть обнаружена въ достаточной степени при сравненіи различныхъ цементовъ. Такъ, напр., результаты испытаній сопротивленія нѣсколькихъ цементовъ могутъ быть одинаковы при 28 дневныхъ испытаніяхъ, тогда какъ при 7-дневныхъ испытаніяхъ могутъ получиться значительныя различія.

Испытанія на разрывъ по прошествіи 28 дней можно считать достаточными для удостовѣренія покупаемаго продукта. Если же хотятъ производить испытанія 7-ми дневныя, то необходимо на основаніи предыдущихъ опытовъ установить отношеніе между сопротивленіями послѣ 7 дней и 28 дней. Такое опредѣленіе можетъ быть произведено при помощи чистаго цемента, если извѣстно отношеніе между сопротивленіемъ чистаго цемента послѣ 28 дней и раствора съ пескомъ 1:3.

Рекомендуется, повсюду, гдѣ это возможно, продлить испытанія на болѣе продолжительное время и испытывать образцы заранѣе приготовленные на

будущее время, чтобы узнать, какъ относятся различные цементы при твердѣніи продолжительное время.

Хотя по этимъ указаніямъ основными считаются испытанія на раздробленіе, однако на практикѣ при оцѣнкѣ портландъ-цементовъ пользуются испытаніями на разрывъ, такъ какъ они требуютъ менѣе дорогихъ приборовъ, меньше времени и меньше раствора.

Результатомъ такого обыкновенія явилось то, что нѣмецкіе фабриканты вообще гарантируютъ извѣстную степень сопротивленія на разрывъ при растворахъ 1:3, пытались даже эти сопротивленія повысить, но такое стремленіе представляетъ нѣкоторыя опасности для прочности цементовъ.

На засѣданіяхъ Общества нѣмецкихъ фабрикантовъ портландъ-цементовъ въ этомъ году высказались съ основаніемъ противъ этого направленія; было рѣшено принять механическій способъ смѣшенія, снова придать испытаніямъ на раздробленіе большое значеніе, которое они заслуживаютъ, и при оцѣнкѣ достоинствъ портландъ-цементовъ испытанія на разрывъ считать лишь вспомогательными.

Поводомъ къ такому рѣшенію, помимо того, что въ дѣйствительности растворы работаютъ на раздробленіе, является то, что испытанія на раздробленіе позволяютъ получать болѣе точные результаты, чѣмъ испытанія на разрывъ.

Отступленія отъ средней величины для испытаній на разрывъ достигаютъ гораздо большей величины чѣмъ для испытаній на раздробленіе *).

Работа Мартенса даетъ детальныя указанія о степени точности и объ оцѣнкѣ указаній, касающихся опредѣленія сопротивленія сообразно „Правиламъ“. Въ этой работѣ авторъ, на основаніи большого числа испытаній въ различныхъ мѣстахъ, вычислилъ вѣроятныя ошибки при испытаніяхъ на раздробленіе и на разрывъ **).

*) Отчетъ Кор. Исп. Сл. 1898 г. стр. 26.

По этимъ расчетамъ вѣроятная ошибка: для испытаній на разрывъ въ среднемъ отъ ± 3 до $\pm 5\%$ (ошибки ниже ± 2 и выше ± 7 очень рѣдки);

для испытаній на раздробленіе — не болѣе какъ отъ ± 1 до $\pm 3\%$.

Хотя „Правила“ указываютъ, какъ рѣшающій 28-дневный срокъ, однако принято при полномъ ходѣ испытаній испытывать образцы на разрывъ и на раздробленіе въ 7-ми дневный срокъ.

Въ испытательной станціи въ Шарлотенбургѣ результаты о такихъ испытаніяхъ посылаются для свѣдѣнія въ формѣ письма о 7-ми дневныхъ испытаніяхъ, тогда какъ законченные результаты о 28-дневныхъ испытаніяхъ сообщаются официальнымъ свидѣтельствомъ.

d) Испытаніе образцовъ.

Относительно испытанія образцовъ прусскія „Правила“ предписываютъ слѣдующее:

Всѣ образцы должны испытываться непосредственно послѣ того, какъ будутъ вынуты изъ воды. Такъ какъ продолжительность опыта вліяетъ на результатъ, то увеличеніе груза при испытаніяхъ на разрывъ должно идти со скоростью около 100 гр. въ секунду. Истиннымъ сопротивленіемъ считается среднее изъ 10 опытовъ.

При испытаніяхъ на раздробленіе для полученія однообразныхъ результатовъ давленіе должно прилагаться къ боковымъ сторонамъ кубика, а не къ нижней и верхней, которыя подвергались работѣ.

Истиннымъ сопротивленіемъ считается среднее изъ 10 опытовъ.

Во время твердѣнія образцы могутъ подвергаться вліянію различныхъ условій, которыя должно принимать во вниманіе.

Такими обстоятельствами можетъ быть: перемѣна

**.) Протоколь Об. нѣм. фабр. порт.-цем. 1900, стр. 219.

воды, толчки и сотрясенія, возможность высыханія образцовъ подѣ влияніемъ солнечныхъ лучей или тока воздуха во время первыхъ 24 часовъ, наконецъ температура воды и воздуха.

Однообразіе всѣхъ этихъ условій существеннымъ образомъ необходима для полученія согласныхъ результатовъ.

Относительно числа опытовъ въ каждой серіи, въ Германіи принято производить десять и изъ нихъ выводитъ среднюю, не исключая образцовъ, показывающихъ большія различія отъ другихъ.

Въ другихъ странахъ при выводѣ средней исключаютъ крайнія числа. Въ Шарлотенбургской испытательной станціи исключаются только тѣ образцы, на которыхъ были замѣчены какія-нибудь поврежденія или при испытаніи которыхъ произошло что-нибудь во время опыта.

При испытаніяхъ на раздробленіе слѣдуетъ предпочитать боковыя стороны въ виду того, что онѣ болѣе точно параллельны и лучше сглажены, чѣмъ нижняя и верхняя.

4. Численныя значенія для портландъ-цементовъ.

„Правила“ указываютъ:

Портландъ-цементъ, медленно схватывающійся, въ смѣси съ 3 вѣсовыми частями песку (на одну вѣсовую часть цемента) по истеченіи 28 дней твердѣнія—1 день на воздухъ и 27 дней подъ водой—долженъ обладать сопротивленіемъ на разрывъ не менѣе 16 килогр. на квадр. сант. Сопротивленіе на раздробленіе должно быть не менѣе 160 килогр. на квадр. сант.

Для быстро схватывающихся портландъ-цементовъ крѣпость послѣ 28 дней, вообще говоря, бываетъ менѣе выше указанной. Слѣдовательно, давая численныя значенія для сопротивленія, необходимо всегда указывать срокъ схватыванія.

Хотя приведенныя численныя значенія выше тѣхъ, которыя приняты у другихъ народовъ, большею частью

работающихъ съ болѣе благопріятными нормальными песками, однако при современномъ состояніи нѣмецкой цементной промышленности они слишкомъ малы. Однако пока воздерживаются отъ всякихъ измѣненій, такъ какъ предполагается полный пересмотръ „Правиль“, равно какъ и введеніе новаго нормального песка (образованнаго зернами различной крупности).

Тогда крайніе предѣлы сопротивленія будутъ увеличены.

Нѣмецкая цементная промышленность по способамъ испытанія продажныхъ портландъ-цементовъ занимаетъ выдающееся мѣсто, и въ будущемъ она будетъ продолжать усовершенствованія испытаній, точное соблюденіе которыхъ поставило нѣмецкую цементную промышленность на такую высоту.

