

МАТЕРИАЛЫ

ДЛЯ КУРСА

СТРОИТЕЛЬНЫХЪ РАБОТЪ.

~~~~~

Выпускъ I. Дерево.

Выпускъ II. Земляныя работы на мѣстности не по-  
крытой водою.

Взрывныя работы въ открытой выемкѣ.

Выпускъ III. Свайныя работы.

Выпускъ IV. Каменная кладка.



МАТЕРІАЛЫ  
ДЛЯ КУРСА  
СТРОИТЕЛЬНЫХЪ РАБОТЪ.

---

Выпускъ IV.  
КАМЕННАЯ КЛАДКА.

---

СОСТАВИЛЪ

**В. Курдюмовъ,**

Профессоръ Института Инженеровъ Путей Сообщенія  
ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА I.

---

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

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

1899.

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

Чертежи работы П. П. Вака.  
Фото-Цинкографическія клише мастерской П. Яблонскаго.

# О Г Л А В Л Е Н І Е.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | СТР. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Предисловіе . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | I    |
| Введеніе . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |
| ГЛАВА I. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 5    |
| Виды каменныхъ сооруженій (5). — Усилія, дѣйствующія въ аркахъ (9). — Своды (11). — Простые цилиндрическіе своды (12). — Сложные цилиндрическіе своды (14). — Усилія, дѣйствующія въ простыхъ и сложныхъ цилиндрическихъ сводахъ (17). — Купольные своды (19).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |      |
| ГЛАВА II. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 20   |
| Провала разрѣзки каменной кладки (20). — Разрѣзка арокъ и сводовъ (29). — Отступленія отъ провалъ разрѣзки каменной кладки (30). —                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |
| ГЛАВА III. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 34   |
| Форма камней и ихъ размѣры (34). — Сорта строевого камня (37). — Классификація каменныхъ кладокъ (38).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |      |
| ГЛАВА IV. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 41   |
| Кирпичъ (41). — Виды кирпича (44). — Форма и размѣры кирпича (47).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |
| ГЛАВА V. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 52   |
| Соединеніе камней посредствомъ связей и притески (52). — Заполненіе швовъ кладки (55).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |      |
| ГЛАВА VI. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 56   |
| Вязущія вещества (56). — Строительные растворы (60). — Вязущія вещества гидравлическихъ растворовъ (68). — Цементные растворы (78). — Сложные строительные растворы (81).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |      |
| ГЛАВА VII Разрѣзка кирпичной кладки. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 84   |
| Разрѣзка прямолинейныхъ вертикальныхъ стѣнъ (84). — Перевязка наружныхъ швовъ (88). — Вертикальныя ограниченія стѣнъ (93). — Сопряженіе стѣнъ подъ прямымъ угломъ (94). — Кладка тонкихъ стѣнъ (97). — Разрѣзка пустотѣлыхъ стѣнъ (97). — Разрѣзка кирпичныхъ столбовъ съ прямоугольными очертаніями (98). — Утолщеніе стѣнъ и столбовъ (90). — Разрѣзка кирпичныхъ массивовъ съ прямолинейными и прямоугольными очертаніями произвольнаго вида (102). — Сопряженіе стѣнъ подъ тупыми и острыми углами (106). — Разрѣзка простѣнковъ съ разсвѣтомъ (108). — Разрѣзка массивовъ, имѣющихъ въ планѣ фигуру многоугольника и круга (108). — Разрѣзка круглыхъ стѣнъ (109). — Разрѣзка кладки, ограниченной наклонными поверхностями (111). — Разрѣзка кирпичныхъ арокъ и сводовъ (112). — Сложная кладка арокъ и сводовъ (114). — Разрѣзка простыхъ цилиндрическихъ сводовъ (115). — Разрѣзка арокъ (117). — Разрѣзка сложныхъ цилиндрическихъ сводовъ (117). — Разрѣзка купольныхъ и парусныхъ сводовъ (119). |      |



|                                                                                                                                                                                                                                                         | СТР.                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| <b>ГЛАВА VIII. Разрѣзка тесовой кладки.</b> . . . . .                                                                                                                                                                                                   | 120                   |
| Разрѣзка массивовъ, ограниченныхъ вертикальными поверхностями (122).—Разрѣзка массивовъ, ограниченныхъ наклонными поверхностями (124).—Разрѣзка ледорѣзовъ (124). — Разрѣзка тесовыхъ арокъ и сводовъ (125).—Разрѣзка кладки изъ штучнаго камня (128).— |                       |
| <b>ГЛАВА IX.</b> . . . . .                                                                                                                                                                                                                              | 128                   |
| Разрѣзка кладки изъ массивовъ (128).                                                                                                                                                                                                                    |                       |
| <b>ГЛАВА X. Разрѣзка бутовой кладки.</b> . . . . .                                                                                                                                                                                                      | 130                   |
| Разрѣзка бутовыхъ арокъ и сводовъ (133).                                                                                                                                                                                                                |                       |
| <b>ГЛАВА XI.</b> . . . . .                                                                                                                                                                                                                              | 133                   |
| Булыжная кладка (133).                                                                                                                                                                                                                                  |                       |
| <b>ГЛАВА XII.</b> . . . . .                                                                                                                                                                                                                             | 134                   |
| Бетонъ (134).—Составъ бетона (135).                                                                                                                                                                                                                     |                       |
| <b>ГЛАВА XIII. Разрѣзка смѣшаной кладки.</b> . . . . .                                                                                                                                                                                                  | 141                   |
| Тесовая облицовка (145).—Кирпичная облицовка (149).—Бетонная облицовка (151). —Прокладные ряды (152). — Горизонтальныя цѣпи камней (152).—Вертикальныя цѣпи камней (152).                                                                               |                       |
| <b>ГЛАВА XIV. Подмости.</b> . . . . .                                                                                                                                                                                                                   | 153                   |
| <b>ГЛАВА XV. Кружала.</b> . . . . .                                                                                                                                                                                                                     | 157                   |
| Кружальные ребра (157). — Опалубка (162). — Приспособленія для подтягиванія и ослабленія кружалъ (163).                                                                                                                                                 |                       |
| <b>ГЛАВА XVI. Перемѣщенія матеріаловъ</b> . . . . .                                                                                                                                                                                                     | 164                   |
| <b>ГЛАВА XVII. Приготовление растворовъ.</b> . . . . .                                                                                                                                                                                                  | 171                   |
| Растворъ изъ воздушной извести (171). — Растворъ изъ гидравлической извести (176).—Цементный растворъ (177).                                                                                                                                            |                       |
| <b>ГЛАВА XVIII. Производство кирпичной кладки.</b> . . . . .                                                                                                                                                                                            | 180                   |
| <b>ГЛАВА XIX. Производство тесовой кладки.</b> . . . . .                                                                                                                                                                                                | 187                   |
| <b>ГЛАВА XX. Производство бутовой кладки.</b> . . . . .                                                                                                                                                                                                 | 193                   |
| Сухая бутовая кладка (197).                                                                                                                                                                                                                             |                       |
| <b>ГЛАВА XXI. Приготовление бетона.</b> . . . . .                                                                                                                                                                                                       | 198                   |
| Заготовка щебня (198).—Ручное приготовленіе бетона (200).—Машинное производство бетона (202).—Бетонные заводы (207).—                                                                                                                                   |                       |
| <b>ГЛАВА XXII. Производство бетонной кладки.</b> . . . . .                                                                                                                                                                                              | 209                   |
| Воздушная бетонная кладка (210). — Подводная бетонная кладка (212).—Бетонно-железныя конструкции (215).                                                                                                                                                 |                       |
| <b>ГЛАВА XXIII. Производство смѣшаной кладки.</b> . . . . .                                                                                                                                                                                             | 217                   |
| Тесовая облицовка (217).—Укрѣпленіе связей (218). — Кирпичная облицовка (219).—Бетонная облицовка (219).                                                                                                                                                |                       |
| <b>ГЛАВА XXIV. Кладка арокъ и сводовъ.</b> . . . . .                                                                                                                                                                                                    | 220                   |
| Раскружаливаніе сводовъ (225).                                                                                                                                                                                                                          |                       |
| <b>ЧЕРТЕЖИ</b> . . . . .                                                                                                                                                                                                                                | на таблицахъ I—XXXIV. |

## ПРЕДИСЛОВІЕ.

Принявъ на себя въ 1890 году обязанности преподавателя курсовъ Общихъ Началъ Строительнаго Искусства и Начертательной Геометріи въ Институтѣ Инженеровъ Путей Сообщенія Императора Александра I, я тогда же приступилъ къ составленію записокъ по всѣмъ отдѣламъ читаемыхъ мною курсовъ. Записки эти далеко еще не были закончены, когда выяснилась необходимость перейти отъ литографированія ихъ къ печатанію. При печатаніи нѣкоторыхъ отдѣловъ оказалось нужнымъ значительно ихъ переработать, а иные, какъ напр. „Проекціи ортогональныя“—написать заново. Я еще не успѣлъ напечатать всѣхъ отдѣловъ, когда явилась надобность приступить ко второму и даже третьему изданію тѣхъ изъ нихъ, которые были напечатаны въ началѣ. Вся эта работа поглощала у меня столько времени, что я положительно не успѣвалъ писать что либо вновь, а потому нѣкоторые отдѣлы и по настоящее время оказываются незаконченными. Къ такимъ отдѣламъ относятся и „Каменные работы“. Я до сихъ поръ воздерживался отъ печатанія ихъ, имѣя въ виду дополнить ихъ главами о техническихъ свойствахъ камня, о способахъ его добычи, обработки и др. Но это такъ мнѣ и не удалось. Не желая далѣе задерживать выпускъ этого отдѣла, я рѣшился напечатать только то, что было напи-

сано мною еще въ 1890 г. Однако, неудовлетворяясь своею прежнею работою, я, во время самага печатанія, сдѣлалъ въ ней нѣкоторыя измѣненія и дополненія, хотя и далеко не въ томъ размѣрѣ, въ какомъ бы это было нужно. Сообразно съ содержаніемъ настоящей книги, я далъ ей и заглавіе не „Каменные работы“, а болѣе скромное — „Каменная кладка“.

Кромѣ каменныхъ работъ остается незаконченнымъ отдѣлъ работъ деревянныхъ. Металлическія же работы остались совершенно мною незатронутыми.

Сомнѣваюсь, чтобы мнѣ удалось довести до конца начатую мною работу, но думаю, что всѣ „Матеріалы для курса строительныхъ работъ“ все же будутъ собраны, если и не мною, то моими учениками, и тогда явится полная возможность моимъ преемникамъ по кафедрѣ въ Институтѣ составить полный „Курсъ Строительныхъ работъ“, который по своимъ достоинствамъ вполне соотвѣтствовалъ бы своему серьезному назначенію — служить руководствомъ для изученія Строительнаго Искусства въ Институтѣ Инженеровъ Путей Сообщенія Императора Александра I.

Quod potui feci feciant meliora potentes.

В. Курдюмовъ.

С.-Петербургъ

11 Ноября 1898 г.

## Введеніе.

Цѣлыя тысячелѣтія прошли съ тѣхъ поръ, когда жили Пелазги, Этруски, Мидяне, Ассирійцы, а между тѣмъ нѣкоторые памятники ихъ зодчества сохранились и по настоящее время. Такая долговѣчность этихъ памятниковъ обуславливается свойствами того матеріала—камня, изъ котораго они сооружены. Эта долговѣчность, въ связи съ другими прекрасными качествами и широкимъ распространеніемъ въ природѣ и дѣлають камень такимъ цѣннымъ строительнымъ матеріаломъ.

Изъ какого бы матеріала ни возводилось сооруженіе, оно будетъ тѣмъ прочнѣе, тѣмъ долговѣчнѣе, чѣмъ изъ меньшаго числа отдѣльныхъ кусковъ оно состоитъ. Объясняется это тѣмъ, что всякое соединеніе отдѣльныхъ кусковъ матеріала, въ общемъ случаѣ, представляетъ собою болѣе слабое мѣсто сооруженія, съ котораго легче и скорѣе можетъ начинаться его разрушеніе.

Сокращеніе числа отдѣльныхъ кусковъ матеріала, изъ котораго возводится данное сооруженіе, неминуемо влечетъ за собою увеличеніе ихъ размѣровъ. Увеличеніе же размѣровъ, а слѣдовательно, и вѣса отдѣльныхъ кусковъ, въ свою очередь, увеличиваетъ прочность, неразрушимость сооруженія, такъ какъ при этомъ затрудняется подвижность отдѣльныхъ его частей.

Эти элементарныя соображенія объ условіяхъ прочности сооруженийъ были извѣстны древнимъ строителямъ и въ дошедшихъ до насъ памятникахъ изъ зодчества можно видѣть примѣры употребленія камней грандіозныхъ размѣровъ. Дѣйствительно, встрѣчаются, напримѣръ, сооруженія, сложенныя изъ камней, имѣющихъ въ длину 17 метровъ, а въ ширину и высоту по 6 метровъ.

Теперь приходится положительно недоумѣвать, какимъ образомъ люди, не имѣя въ своемъ распоряженіи тѣхъ техническихъ средствъ, какими обладаемъ мы въ настоящее время, могли обращаться съ такими огромными камнями: перевозить ихъ, поднимать и т. д. О степени тщательности выполненія работъ изъ такихъ камней можно судить по остаткамъ одной стѣны въ Перу, на которой почти не видно швовъ между отдѣльными камнями, имѣющими въ длину около 12 метровъ. Эта стѣна интересна еще и въ томъ отношеніи, что, судя по положенію мѣсторожденія камня, изъ котораго она сложена, камень нужно было привозить за многіе десятки верстъ, а обтесывать его приходилось каменными инструментами, такъ какъ ни желѣзо, ни бронза въ тѣ времена не были извѣстны.

Возведеніе сооружений изъ очень крупныхъ камней сопряжено съ огромными трудностями какъ при самой добычѣ камня, такъ и при обработкѣ его, перевозкѣ и положеніи въ дѣло. Эти трудности работы должны были побуждать строителей отказываться отъ употребленія слишкомъ крупнаго камня и постепенно переходить къ сравнительно мелкому.

Если же принять во вниманіе, что иногда оказывается положительно невозможнымъ добыть камень въ кускахъ достаточно большихъ размѣровъ, то пользованіе сравнительно мелкимъ матеріаломъ придется признать совершенно неизбѣжнымъ.

Отсутствіе въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ естественнаго камня вызвало появленіе суррогатовъ его—каменей искусственныхъ: кирпича необожженаго и обожженаго, выдѣлываемыхъ изъ глины. Кирпичъ былъ извѣстенъ еще въ глубокой древности, родину его слѣдуетъ искать въ Китаѣ или Индіи, хотя наиболѣе древніе остатки кирпичныхъ сооружений найдены въ Египтѣ. Доброкачественность кирпича, кромѣ свойствъ глины, зависитъ еще и отъ достоинства обжига, а послѣдній, въ свою очередь, отъ размѣровъ обжигаемаго кирпича: чѣмъ размѣры его меньше, тѣмъ совершеннѣе можно обжечь кирпичъ, тѣмъ онъ будетъ лучше. Такимъ образомъ, пользуясь искусственнымъ камнемъ—кирпичемъ, по неволѣ приходится имѣть дѣло тоже съ мелкимъ матеріаломъ.

Съ введеніемъ въ употребленіе сравнительно мелкаго камня неминуемо долженъ былъ возникнуть вопросъ о томъ, какимъ образомъ, пользуясь такимъ камнемъ, можно было бы образовывать боль-

шія массы, которыя по своей крѣпости, нераздѣльности возможно ближе подходили къ монолитамъ.

Вопросъ этотъ былъ разрѣшенъ вполне удовлетворительно и пользованіе сравнительно мелкимъ матеріаломъ для образованія большихъ каменныхъ массъ вошло въ общее употребленіе.

Совокупность работъ по образованію большихъ массъ изъ мелкаго камня получила названіе *каменной кладки*.

Терминъ каменная кладка, кромѣ обозначенія самой работы — укладки камней, распространяется и на результатъ этой работы, на самыя массы, сложенныя изъ камня.

Цѣльность, неразрушимость каменной кладки достигается двумя способами.

Первый способъ заключается въ томъ, что отдѣльнымъ камнямъ придается правильная форма и они такимъ образомъ располагаются относительно направленія дѣйствующаго въ сооруженіи усилія и одинъ относительно другого, что при этомъ устраняется какъ возможность ихъ перемѣщенія, такъ и самое стремленіе къ этому перемѣщенію. Этотъ способъ образованія каменныхъ массивовъ называется *правильною разръзкою каменной кладки*.

Второй способъ заключается въ томъ, что всѣ отдѣльные камни крѣпко между собою связываются. Такое связываніе камней достигается: 1) употребленіемъ *связей*, каменныхъ, металлическихъ или деревянныхъ частей, закладываемыхъ въ отверстія, выдалбливаемыя въ соприкасающихся камняхъ, и не позволяющихъ послѣднимъ измѣнять ихъ относительное положеніе; 2) посредствомъ *притески* камней, т. е. приданіемъ смежнымъ камнямъ такой формы, которая исключаетъ возможность относительнаго ихъ перемѣщенія; 3) введеніемъ въ промежутки или швы между камнями *вязущихъ веществъ*, т. е. такихъ, которыя, будучи приведены въ тѣстообразное состояніе, схватываются, сдѣпляются съ поверхностью камней и сохраняютъ эту связь и послѣ обратнаго перехода въ твердое состояніе. Первое мѣсто среди этихъ веществъ занимаютъ такъ называемые *строительные растворы*.

Правильная разръзка каменной кладки и связываніе камней между собою, какъ различныя средства достиженія одной и той же цѣли, могутъ быть употребляемы одновременно или порознь.

Чѣмъ правильнѣе формы отдѣльныхъ камней и чѣмъ больше ихъ

размѣры, тѣмъ меньшее значеніе имѣетъ связываніе ихъ между собою, особенно при помощи вяжущихъ веществъ, и, наоборотъ, чѣмъ меньше правильна форма камней и чѣмъ меньше ихъ размѣры, тѣмъ большее значеніе приобретаетъ связываніе ихъ при помощи вяжущихъ веществъ.

Различіемъ въ размѣрахъ и въ степени правильности формъ употребляемыхъ въ дѣло камней, влекущимъ за собою избраніе того или иного способа образованія изъ нихъ большихъ массъ, обуславливается существованіе цѣлаго ряда различныхъ видовъ каменныхъ кладокъ.



## ГЛАВА I.

**Виды каменныхъ сооруженийъ.** Камнемъ пользуются для возведенія цѣлыхъ сооруженийъ или отдѣльныхъ только ихъ частей. Среди послѣднихъ слѣдуетъ отличать части, дѣлаемыя изъ камня, отъ частей, дѣлаемыхъ изъ каменной кладки. Провести вполне опредѣленную, рѣзкую границу между тѣми и другими нѣсколько трудно, а потому мы ограничимся лишь указаніемъ нѣкоторыхъ изъ частей сооруженийъ, которыя слѣдуетъ относить къ первой категоріи. Такъ, полы, тротуары, мостовыя, лѣстницы, перила, баллюстрады, наличники, подоконники и т. п. дѣлаются изъ камня, а не изъ каменной кладки. Такого рода частей сооруженийъ въ дальнѣйшемъ нашемъ изложеніи мы вовсе не станемъ касаться \*).

Сооруженія и ихъ части, возводимыя изъ каменной кладки, можно подраздѣлить на слѣдующія три группы:

- 1) Отдѣльныя опоры,
- 2) Стѣны,
- 3) Арки и своды.

Къ отдѣльнымъ опорамъ относятся такія части, какъ сплошные фундаменты, опоры мостовъ, разнаго рода столбы, заводскія дымовыя трубы и т. п.

Отдѣльныя опоры предназначаются главнымъ образомъ для воспріятія болѣе или менѣе значительныхъ давленій, преимущественно вертикальнаго направленія. Онѣ могутъ имѣть самыя разнообразныя очертанія въ планѣ и быть ограничены съ боковъ вертикальными или наклонными плоскостями или иными поверхностями.

Стѣны предназначаются или только для огражденія извѣстнаго

---

\*) Объ устройствѣ тротуаровъ, мостовыхъ и т. п. говорится въ курсахъ сухопутныхъ сообщеній, а объ устройствѣ лѣстницъ, перилъ и т. д.—въ курсахъ архитектуры.



пространства (ограды, заборы) или и для воспринятія вертикальнаго или наклоннаго давленій другихъ какихъ-либо частей сооружений (стѣны домовъ), земли или воды (подпорныя стѣны).

Стѣны могутъ имѣть прямолинейное или криволинейное направленіе въ планѣ и быть ограниченными съ боковъ вертикальными или наклонными плоскостями или иными поверхностями.

Арками и сводами называются части сооружений, служащая главнымъ образомъ для перекрытія отверстій въ стѣнахъ или пространствахъ, огражденныхъ стѣнами или столбами.

Арки и своды имѣютъ въ общемъ случаѣ криволинейныя очертанія и представляютъ собою наиболѣе сложный видъ каменныхъ конструкцій, почему мы остановимся на ихъ разсмотрѣніи нѣсколько дольше.

**Арки.** Для перекрытія отверстій въ стѣнахъ или промежутковъ между отдѣльными столбами употребляются двѣ конструкціи: 1) *плоское перекрытіе* или *архитравъ* и 2) *арка*.

Архитравъ представляетъ собою каменную балку, лежащую на двухъ опорахъ (черт. 1).

Арка представляетъ собою массивъ, образованный изъ нѣсколькихъ камней клинообразной формы (черт. 2).

Въ Строительной Механикѣ доказывается, что во всякой балкѣ, подверженной дѣйствию или одного только собственнаго вѣса или еще и посторонней нагрузки, проявляются одновременно двоякаго рода усилія—сжимающія и растягивающія, а въ аркѣ, при соответственномъ ея очертаніи, могутъ проявляться одни только сжимающія усилія. Непосредственный опытъ показываетъ, что камень несравненно лучше сопротивляется усиліямъ сжимающимъ, чѣмъ растягивающимъ (сопротивленіе сжатію въ 6—10 разъ больше сопротивленія растяженію). Ввиду этого арка, въ которой матеріаль, какъ говорятъ, можетъ *работать на одно только сжатіе*, по сравненію съ архитравомъ, является для камня конструкціею болѣе рачіональною, а потому и болѣе употребительною.

Архитравъ слѣдуетъ разсматривать какъ часть сооруженія, дѣлаемую изъ камня, а не изъ каменной кладки, а потому мы не станемъ входить въ подробности ихъ устройства и ограничимся еще однимъ только указаніемъ.

Величина усилий, проявляющихся въ архитравѣ, зависитъ между прочимъ и отъ свободной его длины. Чѣмъ эта длина больше, тѣмъ больше и внутреннія усилія. Съ цѣлью уменьшенія этихъ усилий стараются сокращать свободную длину архитрава. Достигается это тѣмъ, что подъ концы архитрава кладутся камни, свѣшивающіеся въ перекрываемое имъ отверстіе, какъ это показано на черт. 3 и 4.

Перейдемъ къ разсмотрѣнію арокъ. Начнемъ съ терминологіи.

Разсмотримъ арку, перекрывающую какое-нибудь отверстіе въ каменной стѣнѣ (черт. 5). Съ геометрической точки зрѣнія данная арка представляетъ собою тѣло, ограниченное слѣдующими поверхностями:

1) двумя плоскостями:  $abcdef$  и  $a'b'c'd'e'f'$ , совпадающими съ плоскостями, ограничивающими самую стѣну. Эти плоскости называются *щелевыми* плоскостями данной арки;

2) двумя плоскостями  $aff'a'$  и  $cdd'c'$ , которыми арка упирается въ стѣну. Плоскости эти называются *пятнами*;

3) двумя кривыми поверхностями  $abcc'b'a'$  и  $fedd'e'f'$ . Первая изъ этихъ поверхностей называется *внутреннею*, а вторая — *внѣшнею поверхностью* арки.

Если грани  $agg'a'$  и  $chh'c'$ , ограничивающія данное отверстіе, взаимно параллельны, то внутренняя поверхность арки  $abcc'b'a'$  дѣлается цилиндрическою, если же онѣ не параллельны, то — коническою.

Въ архитектурѣ внутренней поверхности арокъ очень часто придаютъ болѣе сложный видъ.

Внѣшняя поверхность арки дѣлается цилиндрическою или коническою, а иногда представляетъ собою плоскость или рядъ плоскостей, какъ это мы увидимъ ниже.

Кривыя  $abc$ ,  $a'b'c'$ ,  $def$  и  $d'e'f'$ , служащія направляющими кривыхъ поверхностей, ограничивающихъ арку, называются *внутренними* и *внѣшними кривыми направляющими* разсматриваемой арки. Внутренняя и внѣшняя направляющія арки могутъ быть одинаковаго вида или разнаго, напр. внутреннею — кругъ, а внѣшнею — эллипсъ.

Длина хорды  $ac$  называется *отверстіемъ* или *пролетомъ* арки.

Возвышеніе точки  $b$  надъ хордою  $ac$  называется *подъемомъ* или *стрѣлою* арки.

Измѣреніе арки по направленію  $af$  или  $cd$  называется *толщиною* арки *въ пятахъ*.

Измѣреніе по направленію  $be$  называется *толщиною* арки *въ ключъ*.

Измѣреніе арки по направленію  $aa'$  или  $bb'$ , равное толщинѣ стѣны, называется *шириною* арки.

Арки, какъ сказано было выше, складываются изъ камней клинообразной формы. Каждый такой камень или цѣлый рядъ такихъ камней, расположенныхъ по направленію ширины арки, называется *клиномъ*.

Число клинѣвъ въ аркѣ обыкновенно бываетъ нечетное. Средній клинъ называется *ключемъ* или *замкомъ*.

Въ качествѣ направляющихъ при начертаніи арокъ пользуются дугою круга, эллипса, парабола и разными коробовыми, т. е. кривыми, составленными изъ ряда соприкасающихся дугъ круговъ, описанныхъ разными радіусами.

Въ зависимости отъ вида кривой, служащей внутреннею направляющею арки, послѣдняя получаетъ то или иное названіе.

Иногда въ качествѣ направляющихъ пользуются прямыми линіями. Если прямая линія служитъ направляющею внутренней поверхности арки, то послѣдняя носитъ названіе *плоской перемычки* (черт. 6 и 7).

Если внутреннею направляющею служитъ полуокружность, то арка называется *полуциркульною*. Въ этомъ случаѣ подъемъ арки равенъ половинѣ отверстія (черт. 8).

Если внутреннею направляющею арки служитъ дуга круга менѣе полуокружности (черт. 9) или другая какая-либо кривая, у которой подъемъ менѣе половины отверстія, напимѣръ, полуэллипсъ съ горизонтальною большою осью (черт. 10), то арка называется *пологою*. Если пологость арки очень велика, т. е. если ея отверстіе въ 8—12 разъ больше подъема, то такая арка называется *лучкомъ* или *перемычкою* (черт. 11).

Если внутреннею направляющею арки служитъ какая-либо кривая, у которой подъемъ больше половины отверстія, то арка называется *подъемистою* (черт. 12).

Иногда въ качествѣ направляющихъ пользуются не одною какою-либо плавною кривою, а двумя пересѣкающимися, обыкновенно

двумя дугами круговъ (черт. 13). Арки съ такими направляющими называются *стрѣльчатými*.

Если пять арки расположены не на одной и той же высотѣ, или, иными словами, если хорда внутренней направляющей не горизонтальна, то арка называется *ползучею* (черт. 14).

Ползучія арки могутъ быть подъемистыми, пологими и плоскими.

Въ архитектурѣ встрѣчаются арки и съ болѣе сложными кривыми направляющими, но мы касаться ихъ не станемъ.

Пользованіе арками не исчерпывается однимъ только перекрытіемъ отверстій.

Въ зависимости отъ особаго назначенія арокъ, различаютъ слѣдующіе ихъ виды:

1) *Разгрузныя арки* (черт. 15), располагаемая внутри кладки стѣны и употребляемая въ тѣхъ случаяхъ, когда желаютъ нѣкоторую часть стѣны или фундамента вывести изъ сферы давленія, производимаго вышележащими частями. Напримѣръ помощью арки *ab*, показаной на черт. 15, устраняютъ давленіе стѣны на сравнительно слабую плоскую перемышку *cd*.

2) *Обратныя арки* (черт. 16), выпуклость которыхъ обращается къ низу, употребляются въ тѣхъ случаяхъ, когда давленіе, передаваемое фундаменту отдѣльными столбами, желаютъ распространить по фундаменту на все протяженіе между этими столбами.

3) *Подпорныя арки* (черт. 17), употребляемая для поддержанія отдѣльных столбовъ или цѣлыхъ стѣнъ отъ опрокидыванія.

4) *Подпружныя арки* (черт. 18), употребляемая для поддержанія сводовъ.

**Усилія дѣйствующія въ аркахъ.** Вопросъ объ этихъ усиліяхъ во всей его полнотѣ разсматривается въ курсахъ Строительной Механики. Здѣсь мы его каснемся лишь по столько, по сколько это необходимо для нашихъ ближайшихъ цѣлей.

Устойчивость арки *ABCDEF* (черт. 19) обусловливается взаимодействіемъ двухъ ея половинъ *ABEF* и *BCDE*. Взаимодействие это заключается въ томъ, что одна половина арки давитъ на другую и тѣмъ удерживаетъ эту послѣднюю отъ опрокидыванія. Давленіе одной половины арки на другую распредѣляется неравномѣрно по плоскости раздѣла. Давленіе это можно разсматривать какъ дѣйствіе нѣкоторой горизонтальной силы *Q* (равнодѣйствующей давленія), называемой *распоромъ* арки.

Положеніе точки приложенія распора на раздѣльной плоскости точно не извѣстно.

Сила  $Q$  (черт. 20), слагаясь съ вѣсомъ  $p$  клина  $BEGH$ , даетъ равнодѣйствующую  $Q'$ , прижимающую этотъ клинъ къ остальной части арки.

Сила  $Q'$ , слагаясь съ вѣсомъ  $p'$  второго клина  $GHIK$ , даетъ равнодѣйствующую  $Q''$ , прижимающую этотъ клинъ къ остальной части арки и т. д.

Продолжая строить силы  $Q''$ ,  $Q'''$ , ..., прижимающія послѣдовательные клинья, нетрудно дойти и до силы  $Q_n$ , выражающей собою давленіе, производимое всею полуаркою на ея опору. Очевидно, давленіе это по величинѣ и направленію должно равняться равнодѣйствующей изъ распора и вѣса  $R$  всей полуарки.

Если полуарку разбить на большое число клиньевъ, построить всѣ силы  $Q'$ ,  $Q''$ ...  $Q_n$  и провести кривую ихъ обертывающую, то кривая эта покажетъ направленіе, по которому передается давленіе внутри арки. Кривая эта носить названіе *кривой давленія*.

Положеніемъ этой кривой  $kl$  (черт. 21) относительно внутренней и внѣшней кривыхъ направляющихъ  $ab$  и  $cd$  опредѣляется какъ характеръ напряженій, проявляющихся въ различныхъ частяхъ арки, такъ и степень равномерности распредѣленія ихъ въ различныхъ сѣченіяхъ, а именно:

Если кривая давленія проходитъ въ средней трети толщины арки (между пунктирными линіями  $gh$  и  $ef$ ), то во всѣхъ точкахъ любого ея сѣченія обнаруживаются одни только сжимающія усилія; если же кривая давленія въ какихъ-либо сѣченіяхъ арки выходитъ изъ предѣловъ средней трети ея толщины, приближаясь, напр., къ внутренней кривой направляющей, то въ частяхъ сѣченій, ближайшихъ къ внѣшней кривой направляющей, не обнаруживается вовсе никакого сжатія, а если кладка способна сопротивляться растяженію, то въ ней обнаруживаются растягивающія усилія.

Если кривая давленія пересѣкаетъ какое-либо сѣченіе  $mn$  въ средней его точкѣ  $o$ , то всѣ точки этого сѣченія испытываютъ одинаковое сжатіе. Въ этомъ случаѣ говорятъ, что давленіе распределено равномерно по сѣченію.

Если кривая давленія, не выходя изъ средней трети толщины свода, пересѣкаетъ какое-либо сѣченіе  $mn$  не въ средней его точкѣ,

а какой-либо другой, то въ различныхъ точкахъ этого сѣченія сжатіе неодинаково, а именно: если кривая давленія приближается напр. къ внѣшней кривой направляющей, то сжатіе возрастаетъ въ направленіи отъ *n* къ *m*.

Если кривая давленія пересѣкаетъ сѣченіе *mn* въ точкѣ *p*, удаленной отъ направляющей на разстояніе, равное одной трети толщины свода, то въ точкѣ *m* величина сжатія равняется удвоенному среднему, а въ точкѣ *n*—равно нулю.

**Своды.** Сводами, какъ было уже сказано выше, называются каменные конструкции, служація для перекрытія пространства, огражденнаго нѣсколькими стѣнами или столбами. При такомъ перекрытіи своды очень часто должны бывать воспринимать еще и болѣе или менѣе значительную постороннюю нагрузку.

Своды складываются изъ рядовъ камней клинообразной формы. Число такихъ рядовъ обыкновенно бываетъ нечетное. Средній рядъ называется *ключевымъ*, *замковымъ*, *шельною*.

Въ каждомъ сводѣ различаютъ двѣ поверхности: *внутреннюю*, обращенную во внутрь того пространства, для перекрытія котораго служатъ своды, и *внѣшнюю*—противоположную первой.

Внутренняя поверхность свода обыкновенно бываетъ криволинейная \*), а внѣшняя иногда представляетъ собою одну или рядъ пересѣкающихся плоскостей.

Для образованія внутренней поверхности свода пользуются или одною какою-либо поверхностью или комбинаціею изъ нѣсколькихъ поверхностей. Въ первомъ случаѣ сводъ называется *простымъ*, а во второмъ—*сложнымъ* или *составнымъ*.

Въ качествѣ поверхностей, служащихъ для образованія внутренней поверхности свода, пользуются цилиндрическими, коническими, шаровыми и т. д. Въ зависимости отъ вида внутренней поверхности, сводъ получаетъ то или иное названіе.

Плоскости или иныя поверхности, которыми сводъ упирается на стѣны или столбы, называются его *пятами*.

Пространства между внѣшними поверхностями смежныхъ сводовъ или между внѣшнею поверхностью свода и продолженіемъ

---

\*) Можетъ быть и плоская.

стѣны или столбовъ, ихъ поддерживающихъ, называются *пазухами* свода.

Кладка, заполняющая пазухи, называется *забуткою*.

Стѣны и столбы, поддерживающіе своды, называются ихъ *опорами, устоями, быками, пилонами*.

Познакомимся нѣсколько ближе съ главнѣйшими формами сводовъ, а именно съ простыми и сложными цилиндрическими и купольными \*).

**Простые цилиндрическіе своды** служатъ для перекрытія пространства, ограниченаго двумя параллельными стѣнами.

Плоскости, служащія для ограниченія цилиндрическаго свода по длинѣ и заключающія въ себѣ направляющія кривыя обѣихъ поверхностей свода, называются *щекowymi* или, просто, *щекami* свода.

Въ зависимости отъ вида кривой, служащей направляющею внутренней поверхности, цилиндрической сводъ получаетъ то или иное наименованіе. Соотвѣтственная терминологія, приведенная нами въ статьѣ объ аркахъ, примѣняется и къ цилиндрическимъ сводамъ. Такъ, различаютъ: своды полуциркульные, пологіе, подъемистые, лучковые, плоскіе, ползучіе.

Внѣшнія кривыя направляющія цилиндрическихъ сводовъ дѣлаются того же вида какъ и внутреннія, или иного, напримѣръ, внутреннею направляющею служитъ полукругъ, а внѣшнюю полуэллипсъ. Такимъ сопоставленіемъ направляющихъ достигается измѣненіе толщины свода, а именно увеличеніе ея по направленію отъ середины къ пятамъ.

Въ зависимости отъ относительнаго положенія щековой плоскости и производящихъ цилиндра, служащаго внутреннею поверхностью, цилиндрическіе своды раздѣляются на слѣдующіе виды:

*Горизонтальные прямые* (черт. 22) — если производящія цилиндры перпендикулярны къ щековой плоскости, которая преднолагается вертикальною.

*Горизонтальные косые* (черт. 23)—если производящія горизонтальны, но не перпендикулярны къ щековой плоскости.

*Сходящія прямые* (черт. 24)—если производящія наклонены къ

---

\*) Остальныя формы сводовъ разсматриваются въ курсахъ архитектуры.

горизонту, но лежать въ вертикальныхъ плоскостяхъ, перпендикулярныхъ къ щековой плоскости.

*Сходящiе косые* (черт. 25)—если производящiя не перпендикулярны къ щековой плоскости и лежать въ вертикальныхъ плоскостяхъ тоже не перпендикулярныхъ къ щековой плоскости.

Простой цилиндрической сводъ можно разсматривать какъ очень широкую арку или какъ непрерывный рядъ узкихъ арокъ. Поэтому все сказанное относительно усилий, дѣйствующихъ въ аркахъ, можетъ быть распространено и на усилия, дѣйствующiя въ простыхъ цилиндрическихъ сводахъ.

Въ зависимости отъ характера и величины дѣйствующихъ усилий всѣ вообще своды можно раздѣлить на двѣ группы:

*Легкіе или архитектурные своды*, имѣющiе своимъ назначеніемъ только перекрывать извѣстное пространство, вовсе не неся никакой посторонней нагрузки или неся только весьма малую. Въ такихъ сводахъ кривая давленія можетъ выходить изъ предѣловъ средней трети ихъ толщины, а потому въ нихъ могутъ обнаруживаться растягивающiя усилия. Кладка такихъ сводовъ нуждается въ употребленіи вяжущихъ веществъ.

*Тяжелые или инженерные своды*, имѣющiе своимъ назначеніемъ, перекрывая извѣстное пространство, нести еще и болѣе или менѣе значительную постороннюю нагрузку. Кривая давленія такихъ сводовъ не должна выходить изъ средней трети ихъ толщины, съ тѣмъ чтобы во всѣхъ частяхъ такихъ сводовъ обнаруживались одни только сжимающiя усилия.

Инженерные своды иногда располагаются своею выпуклостью къ низу. Въ этомъ случаѣ они имѣютъ своимъ назначеніемъ давленіе, воспринимаемое отъ стѣнъ, передавать на все пространство, заключенное между этими послѣдними. Сводъ съ такимъ назначеніемъ носятъ названіе *обратныхъ*.

Иногда и легкіе, тонкіе своды имѣютъ такое положеніе, при которомъ они могутъ быть названы *обратными*, но назначеніе ихъ ограничивается однимъ только укрѣпленіемъ земли или фундамента противъ размыва текучею водою и т. п. Такіе своды называются *лотками*.

Съ цѣлью увеличенія сопротивляемости сводовъ, какъ инженерныхъ такъ и архитектурныхъ, пользуются *подпружными арками и гуртами*.



Подпружные арки (черт. 18) бывают двоякого рода — отдѣльныя отъ сводовъ и составляющія со сводомъ одно цѣлое. Въ послѣднемъ случаѣ они являются простыми мѣстными утолщеніями свода, расположенными съ внутренней его стороны.

Гурты (черт. 26) являются также мѣстными утолщеніями свода, но расположенными съ внѣшней его стороны.

**Сложные цилиндрическіе своды.** Представимъ себѣ два равныя квадратныя помѣщенія  $abcd$  и  $a'b'c'd'$ , перекрытыя полуциркульными цилиндрическими сводами (черт. 27).

Пересѣкнемъ эти своды вертикальными діагональными плоскостями  $aed$ ,  $bec$   $a'e'd'$  и  $b'e'c'$ . Кривыми сѣченія внутреннихъ поверхностей этихъ сводовъ съ діагональными вертикальными плоскостями должны служить эллипсы одинаковаго вида. Указанными плоскостями каждый изъ сводовъ раздѣлится на четыре части, а именно:

I сводъ—на  $agbe$ ,  $ckde$  и  $ace$ ,  $bde$ .

II » »  $a'g'b'e'$ ,  $c'k'd'e'$  и  $a'c'e'$ ,  $b'd'e'$ .

Части  $agbe$ ,  $ckde$   $a'g'b'e'$  и  $c'k'd'e'$  называются *распалубками*, а части  $ace$ ,  $bde$ ,  $a'c'e'$  и  $b'd'e'$ —*лотками*.

Выдѣлимъ изъ I-го свода его распалубки, а изъ II-го его лотки и замѣнимъ первые лотками второго свода, а вторые распалубками перваго. При этомъ первое помѣщеніе окажется перекрытымъ сводомъ, составленнымъ изъ четырехъ лотковъ (черт. 28), а второе сводомъ, составленнымъ изъ четырехъ распалубокъ (черт. 29).

Сводъ, составленный изъ четырехъ лотковъ, называется *лотковымъ* или *сомкнутымъ*, а составленный изъ четырехъ распалубокъ—*крестовымъ*.

Разница между этими двумя сводами заключается въ слѣдующемъ: сводъ сомкнутый со стѣнами перекрывается имъ пространства соприкасается по всей длинѣ производящихъ  $ac$ ,  $d'b'$ ,  $db$  и  $a'c'$ , а крестовый — только въ четырехъ точкахъ  $b'a$ ,  $b'd$ ,  $d'c$ ,  $ac'$ . Изъ этого слѣдуетъ, что для поддержанія каждаго лотка сомкнутаго свода надо имѣть цѣлую стѣну, а для всего свода четыре стѣны, тогда какъ для поддержанія крестоваго свода достаточно имѣть всего только четыре столба. Благодаря послѣднему обстоятельству, крестовыми сводами можно перекрывать огромныя пространства; дѣйствительно, для этого достаточно разбить все пространство

на квадраты, въ вершинахъ ихъ поставить столбы и на этихъ столбахъ расположить пяты цѣлаго ряда крестовыхъ сводовъ (черт. 30).

Для образованія крестоваго свода, показанаго на черт. 29, мы воспользовались четырьмя распалубками, вырѣзанными изъ прямыхъ горизонтальныхъ цилиндрическихъ сводовъ. Если распалубки вырѣзать изъ прямыхъ сходящихъ сводовъ и притомъ такъ, чтобы производящія ихъ поднимались въ направленіи отъ щековыхъ плоскостей, то сводъ, образованный изъ такихъ распалубковъ, будетъ называться *крестовымъ вепарушеннымъ*. На черт. 31 показана внутренняя поверхность такого свода.

Сомкнутыми и крестовыми сводами можно перекрывать не только квадратныя помѣщенія, но и прямоугольныя и многоугольныя.

Сумкнутый сводъ для перекрытія прямоугольнаго помѣщенія образуется изъ прямого цилиндрическаго свода, производящія котораго параллельны длиннымъ сторонамъ прямоугольника, и двухъ лотковъ, производящія которыхъ параллельны короткимъ сторонамъ. Направляющія прямого свода и двухъ лотковъ должны быть описаны одинаковыми радіусами, равными половинѣ длины короткихъ сторонъ (черт. 32).

Сумкнутый сводъ, служащій для перекрытія правильнаго многоугольника, образуется изъ цѣлаго ряда лотковъ, вырѣзанныхъ изъ прямыхъ горизонтальныхъ сводовъ, радіусъ направляющихъ которыхъ равенъ разстоянію сторонъ перекрываемаго помѣщенія отъ центра вписанаго въ него круга (черт. 33).

Сомкнутый сводъ, служащій для перекрытія неправильнаго многоуголька, образуется изъ лотковъ, вырѣзанныхъ частью изъ круговыхъ, частью изъ эллиптическихъ прямыхъ горизонтальныхъ цилиндрическихъ сводовъ.

Чтобы перекрыть крестовымъ сводомъ прямоугольникъ, можно поступить двояко: 1) взять два распалубка, вырѣзанныхъ изъ прямого горизонтальнаго полуциркульнаго свода, діаметръ направляющей котораго равенъ большей сторонѣ прямоугольника, и два распалубка, вырѣзанныхъ изъ прямого же горизонтальнаго свода, но не полуциркульнаго, а эллиптическаго, у котораго малая ось направляющей равна малой сторонѣ, а большая — большой сторонѣ перекрываемаго прямоугольника (черт. 34), или 2) взять два распалубка,

вырѣзанныхъ изъ прямого горизонтальнаго полуциркульнаго свода, діаметръ направляющей котораго равенъ большой сторонѣ прямоугольника, и два распалубка, вырѣзанныхъ изъ прямыхъ сходящихъ полуциркульныхъ сводовъ, діаметръ направляющихъ которыхъ равенъ малой сторонѣ прямоугольника (черт. 35). Сводъ, устроенный по второму способу, называется крестовымъ *полувспарушеннымъ*.

Крестовый сводъ, служащій для перекрытія правильнаго многоугольника, можетъ быть образованъ изъ распалубковъ, вырѣзанныхъ изъ прямыхъ горизонтальныхъ или сходящихъ полуциркульныхъ цилиндрическихъ сводовъ, діаметры направляющихъ которыхъ равны длинѣ сторонъ перекрываемаго многоугольника.

На чертежѣ 36 показана внутренняя поверхность вспарушеннаго крестоваго свода, перекрывающаго правильный шестиугольникъ.

Крестовый сводъ, служащій для перекрытія неправильнаго многоугольника, можетъ быть образованъ изъ распалубковъ, вырѣзанныхъ изъ однихъ только полуциркульныхъ сводовъ, частью горизонтальныхъ, частью сходящихъ, или же изъ распалубковъ, вырѣзанныхъ изъ горизонтальныхъ эллиптическихъ сводовъ.

Въ приведенныхъ выше примѣрахъ мы пользовались лотками и распалубками, вырѣзанными исключительно изъ полуциркульныхъ сводовъ, однако, можно пользоваться лотками и распалубками, вырѣзанными изъ сводовъ подъемистыхъ или пологихъ и тѣмъ еще болѣе разнообразить видъ внутренней поверхности сомкнутыхъ и крестовыхъ сводовъ.

Если для перекрытія какого-либо квадратнаго пространства *abcd* воспользоваться только частью сомкнутаго свода, перекрывающаго квадратное же пространство *efgh* (черт. 37), то получится новая форма сложнаго цилиндрическаго свода, извѣстная подъ названіемъ свода *парусно-сомкнутаго* (черт. 38).

Парусно-сомкнутый сводъ представляетъ то преимущество передъ простымъ сомкнутымъ, что для поддержанія его можно довольствоваться только четырьмя столбами, а слѣдовательно имъ можно пользоваться и для перекрытія *очень* большихъ пространствъ, подобно тому какъ это дѣлается при посредствѣ сводовъ крестовыхъ.

Остальныхъ разновидностей сложныхъ цилиндрическихъ сводовъ, какъ употребляемыхъ исключительно въ архитектурѣ, мы здѣсь касаться не будемъ.

**Усилія, дѣйствующія въ простыхъ и сложныхъ цилиндрическихъ сводахъ.** Какъ было уже сказано выше, всякій простой цилиндрической сводъ можно разсматривать или какъ очень широкую арку или какъ непрерывный рядъ узкихъ арокъ, а потому все сказанное о направленіи усилій, дѣйствующихъ въ аркахъ, можетъ быть отнесено и къ простымъ цилиндрическимъ сводамъ.

По отношенію къ послѣднимъ можно добавить только слѣдующее:

Если внѣшняя нагрузка распределена равномерно по своей длинѣ свода, то давленія, испытываемыя стѣнами, поддерживающими такой сводъ, должны быть одинаковы какъ по величинѣ, такъ и по направленію по всей ихъ длинѣ. Если же внѣшняя нагрузка по длинѣ свода распределяется неравномерно, то давленія, испытываемыя различными частями стѣнъ, должны быть неодинаковы.

При неодинаковости давленій, испытываемыхъ различными частями непрерывной стѣны, въ послѣдней могутъ появляться трещины. Ввиду этого, при невозможности распределить нагрузку свода равномерно по его длинѣ, во избѣжаніе появленія трещинъ въ сводѣ и въ стѣнахъ, ихъ раздѣляютъ на нѣсколько отдѣльных колець, причемъ размѣры послѣднихъ сообразовываются съ величинами дѣйствующихъ на нихъ усилій.

Каждый отдѣльный лотокъ сомкнутого свода, какъ часть простого цилиндрическаго свода, можно разсматривать тоже какъ непрерывный рядъ частей арокъ разной величины (черт. 39).

Давленія, передаваемые этими частями арокъ, вообще должны быть неодинаковы и различно наклонены къ горизонту, а потому давленіе, производимое цѣлымъ лоткомъ на стѣну его поддерживающую, должно быть неодинаковымъ по длинѣ стѣны, какъ въ отношеніи величины, такъ и направленія. По серединѣ стѣны давленіе это должно быть наибольшимъ и наиболѣе отклоняющимся отъ вертикальнаго.

Что касается распространенія давленій внутри сомкнутого свода, то таковое можно представить себѣ такъ. Въ полуарочныхъ  $b$  и  $b$ , (черт. 40) какъ элементахъ лотковъ  $B$  и  $B'$ , давленія распространяются по кривымъ, а вдоль ряда камней  $aa$ , входящаго въ составъ лотка  $A$  и служащаго какъ бы замкомъ для полуарочекъ  $b$  и  $b$ ,—по прямой. Въ арочкахъ  $a'$  и  $a'$ , какъ элементахъ лотковъ  $A$

и  $A'$ , давленія распространяются по кривымъ, а вдоль ряда камней  $b'b'$ , входящаго въ составъ лотка  $B$  и служащаго какъ бы замкомъ для полуарочекъ  $a'$  и  $a'$ —по прямой.

Собственный вѣсъ ряда камней  $aa$ , какъ входящій въ качествѣ одной изъ составляющихъ въ тѣ криволинейныя давленія, которыя дѣйствуютъ въ полуарочкахъ  $a'$ ,  $a''$ ...., своею совокупностью образующихъ лотокъ  $A$ , не долженъ вліять на величину и направленіе усилій, дѣйствующихъ въ полуарочкахъ  $b$  и  $b'$ , а вѣсъ ряда камней  $b'b'$  по такой же причинѣ не долженъ вліять на величину и направленіе усилій въ полуарочкахъ  $a'$  и  $a'$ .

Распространивъ вышесказаное на всѣ полуарочки и ряды камней всѣхъ лотковъ, мы должны придти къ заключенію, что всякій лотокъ сомкнутаго свода, взятый въ отдѣльности, на величину и направленіе усилій въ смѣжныхъ лоткахъ вліянія не оказываетъ или, другими словами, эти давленія въ отдѣльныхъ лоткахъ должны распространяться также, какъ и въ цилиндрическихъ сводахъ, изъ которыхъ лотки эти вырѣзаны.

Каждую отдѣльную распалубку крестоваго свода можно разсматривать тоже какъ рядъ арочекъ разной величины (черт. 41). Давленія, передаваемые послѣдовательными арочками, должны отличаться одно отъ другого какъ величиною такъ и направленіемъ относительно горизонта.

Въ этихъ арочкахъ давленія должны распространяться по кривымъ.

Наклонныя давленія, производимыя каждою парюю пересѣкающихся между собою полуарочекъ двухъ смѣжныхъ распалубокъ, должны слагаться въ равнодѣйствующія. Обертка равнодѣйствующихъ давленій, производимыхъ всѣми послѣдовательными полуарочками, должна представлять собою нѣкоторую кривую (черт. 42), лежащую въ вертикальной плоскости, проходящей черезъ линію пересѣченія, распалубокъ т. е. въ діагональной плоскости крестоваго свода. Эту кривую мы будемъ называть *диагональною кривою давленія*.

Діагональныя давленія, воспринимаемыя пятами крестоваго свода, должны быть наклонны, вертикальныя ихъ составляющія должны равняться вѣсу соотвѣтственныхъ частей свода, а горизонтальныя—распору его.

Если какой-либо столбъ служить опорю для четырехъ равныхъ

крестовыхъ сводовъ, то распоры ихъ, какъ равныя и противоположнонаправленныя горизонтальныя составляющія діагональныхъ давленій, должны взаимно уничтожаться, а потому такой столбъ долженъ нести одну только вертикальную нагрузку. Это обстоятельство позволяетъ дѣлать столбы, поддерживающіе примыкающіе крестовые своды, сравнительно тонкими.

**Купольные своды.** Купольными называются своды, ограниченные съ внутренней стороны какою-либо поверхностью вращения, преимущественно шаровою. Купольные своды употребляются для покрытія круглыхъ помѣщеній, а также имѣющихъ въ планѣ фигуру правильнаго многоугольника или прямоугольника.

Сферическіе купола называются *полуциркульными* или *полными*, если внутренняя ихъ поверхность представляетъ собою полушаріе, и *полоыми*, *неполными*, если внутренняя ихъ поверхность представляетъ собою часть меньшую полушарія.

Иногда пользуются *полкуполами* (черт. 43), т. е. половинами купольнаго свода, полученными отъ пересѣченія его меридіальною плоскостью.

Купольные своды, покрывающіе прямоугольныя помѣщенія, называются *парусными полными* или *неполными*, смотря по тому, пользуются ли для образованія ихъ поверхности цѣлымъ полушаріемъ или частью его. Въ полномъ парусномъ сводѣ (черт. 44) діаметръ полушарія равняется діагонали перекрываемаго помѣщенія.

Въ парусномъ сводѣ различаютъ слѣдующія части — *скуфью*, представляющую собою пологій куполь, и четыре *паруса*, представляющіе собою сферическіе треугольники, ограниченные дугами малыхъ радіусовъ.

Купольный сводъ можно разсматривать какъ сомкнутый, образованный изъ безконечно большаго числа безконечно узкихъ лотковъ. Въ каждомъ такомъ лоткѣ давленіе должно распространяться по нѣкоторой кривой. Геометрическое мѣсто кривыхъ давленія всѣхъ такихъ элементарныхъ лотковъ должно представлять собою нѣкоторую поверхность вращения, производящею которой служитъ кривая давленія элементарнаго лотка.

## ГЛАВА II.

**Правила разрѣзки каменной кладки.** Правильная разрѣзка кладки, какъ указано выше, есть одинъ изъ способовъ образованія изъ отдѣльныхъ камней большихъ каменныхъ массъ, по своей нераздѣльности близко подходящихъ къ монолитамъ. Такое приближеніе главнымъ образомъ должно заключаться въ томъ, чтобы искусственно образованный каменный массивъ могъ сопротивляться всѣмъ дѣйствующимъ на него усиліямъ какъ одно цѣлое, а не какъ куча отдѣльныхъ камней, т. е. чтобы подъ вліяніемъ этихъ усилій въ каменной массѣ не могло происходить относительныхъ перемѣщеній или разрушенія отдѣльныхъ кусковъ камня.

Постараемся опредѣлить тѣ условія, которыми для этого должна удовлетворять кладка и отдѣльные камни.

Представимъ себѣ два камня *A* и *B* и усиліе *P*, дѣйствующее на камень *B* (черт. 45). Камни *A* и *B*, имѣя неправильную форму, могутъ касаться одинъ другого только въ нѣсколькихъ точкахъ, изъ которыхъ на чертежѣ видны только *C* и *D*. Очевидно, камень *B* будетъ подверженъ изламывающему усилію и, при извѣстной величинѣ послѣдняго, долженъ расколется по какой-нибудь линіи *F—G*. При этомъ обѣ половины расколотаго камня получатъ возможность перемѣститься въ иное положеніе, напр. въ такое, какое показано на черт. 46. Если бы камень имѣлъ большее число точекъ соприкосновенія съ камнемъ *A*, какъ показано на черт. 47, то, очевидно, сопротивленіе его излому тою же силою *P* было бы больше, а напряженіе матеріала въ точкахъ соприкосновенія камней было бы меньше, чѣмъ въ первомъ случаѣ. Отсюда не трудно заключить, что если бы камень *B* совершенно плотно прилегалъ къ камню *A* всѣми точками соприкасающихся поверхностей, то онъ подвергался бы не изламывающему усилію, а только сжимающему, которому камни, вообще говоря, сопротивляются хорошо; при этомъ и напряженіе матеріала во всѣхъ точкахъ соприкасающихся поверхностей было бы одинаковое, т. е. равномерное по всей соприкасающейся поверхности. Такимъ образомъ оказывается, что для устраненія возможности разрушенія камня отъ неравномѣрнаго напряженія матеріала

въ разныхъ точкахъ или подъ вліяніемъ изламывающаго усилія, а равно и во избѣжаніе возможныхъ движеній камня, слѣдующихъ за его разрушеніемъ, необходимо, чтобы камни прилегали другъ къ другу всѣми точками соприкасающихся ихъ поверхностей. Изъ всѣхъ поверхностей, которыми можно ограничить соприкасающіеся камни, легче всего образуются плоскости, которыми поэтому, въ большинствѣ случаевъ, и пользуются для приданія камнямъ правильной формы. Отсюда вытекаетъ *первое условіе* раціональной разрѣзки кладки: *передача давленія отъ одного камня другому должна производиться по всей постели*, причемъ постелями—верхнею и нижнею—называются тѣ поверхности, по которымъ передается давленіе отъ одного камня къ другому, нижележащему.

Предположимъ, что камни *A* и *B* (черт. 48) удовлетворяютъ указаному условію. Посмотримъ, какое значеніе имѣетъ направленіе усилія относительно постели. Положимъ, что усиліе *P* составляетъ уголъ  $\alpha$  съ нормалью къ плоскости постели. Разложимъ *P* на двѣ составляющія: на параллельную постели  $= P \sin \alpha$  и на нормальную къ постели  $= P \cos \alpha$ . Подъ вліяніемъ первой составляющей *P sin α* камень *B* будетъ стремиться сдвинуться въ сторону по плоскости соприкасанія. Нормальная составляющая прижимаетъ камень *B* къ камню *A*. Сдвиженіе камня *B* можетъ произойти въ томъ случаѣ, если  $P \sin \alpha > f P \cos \alpha$ , или  $\tan \alpha > f$ , гдѣ *f* коэффициентъ тренія камня *B* по камню *A*. Но  $f = \tan \varphi$ , гдѣ  $\varphi$ —уголъ тренія данныхъ камней (30—35°), а потому сдвиженіе камня *B* возможно только при  $\tan \alpha > \tan \varphi$  или  $\alpha > \varphi$ . Камень *B* не обпаруживаетъ никакого стремленія къ сдвиженію, если  $\alpha = 0$ . При  $\alpha > 0$ , но  $\alpha < \varphi$ , стремленіе къ сдвиженію существуетъ, но камень удерживается въ своемъ положеніи силою тренія. Величина угла  $\varphi$  зависитъ отъ вида поверхностей камней, степени совершенства ихъ обработки. Величина угла  $\alpha$  можетъ измѣняться отъ случайныхъ причинъ, каковы толчки, добавочная нагрузка и т. п. Ввиду этого никогда не допускаютъ такого отклоненія усилія *P* отъ нормали къ плоскости передачи давленія, при которомъ  $\alpha$  было бы близко  $\varphi$ . Обыкновенно предѣломъ  $\alpha$  припимаютъ  $\varphi/2 = 15^\circ - 18^\circ$ . Изъ этихъ соображеній вытекаетъ *второе условіе* раціональной разрѣзки кладки: *плоскость передачи давленія отъ одного камня къ другому должна быть по возможности нормальна къ дѣйствующему усилію, и во всякомъ*



*случай уголъ, составляемый направлѣнiемъ усилiя съ нормалью къ плоскости передачи давленiя, не долженъ превышать половины угла тренiя разсматриваемыхъ камней.*

Изъ приведенныхъ двухъ условiй вытекаетъ *первое правило разръзки каменной кладки: первая система разръзки кладки должна быть производима плоскостями (поверхностями), нормальными къ направлѣнiю дѣйствующаго усилiя или такими, нормали къ которымъ составляютъ съ направлѣнiемъ дѣйствующаго усилiя уголъ не большiй половины угла тренiя данныхъ камней, въ среднемъ не болѣе 15—18°.*

Первою системою разръзки кладка дѣлится на *слои* или *ряды кладки*, ограничиваемые плоскостями, называемыми *постелями* верхними и нижними.

Опытъ показываетъ, что камни слоистыхъ породъ оказываютъ большее сопротивленiе сжимающимъ усилiямъ въ томъ случаѣ, если послѣднiя дѣйствуютъ нормально къ естественнымъ постелямъ. Вслѣдствiе этого принято за правило — постелистый камень класть въ кладку такимъ образомъ, чтобы естественныя постели такого камня совпадали съ направлѣнiемъ первой системы разръзки кладки.

Усилiе, дѣйствующее въ разныхъ сооруженiяхъ и ихъ частяхъ, можетъ имѣть различное направлѣнiе относительно горизонта. Такъ, въ частяхъ, подверженныхъ только собственному вѣсу и вертикальной симметрично расположенной нагрузкѣ, направлѣнiе усилiя бываетъ вертикальное. Въ такихъ сооруженiяхъ, каковы на примѣръ подпорныя стѣнки, поддерживающiя насыпи, оно бываетъ наклонно. Поэтому въ первомъ случаѣ первая система разръзки должна быть произведена горизонтальными плоскостями, а во второмъ — наклонными. Если при этомъ направлѣнiе усилiя не измѣняется по высотѣ кладки, то, очевидно, всѣ плоскости разръзки будутъ параллельны между собою, а отдѣльные слои кладки будутъ имѣть одинаковую толщину \*). Въ такихъ сооруженiяхъ, какъ арки, своды, направлѣнiе давленiя отъ горизонтальнаго въ ключѣ переходитъ по кривой въ наклонное въ пятахъ. Въ этомъ случаѣ направлѣнiе давленiя постепенно измѣняется, поэтому и первая система разръзки, оставаясь

---

\*) Толщиною или высотой слоя кладки называется измѣренiе его по направлѣнiю перпендикулярному къ плоскости постели.

нормальною къ направленію усилія, должна быть произведена рядомъ не параллельныхъ между собою плоскостей, переходящихъ отъ вертикальной въ ключѣ къ наклонной и даже горизонтальной въ пятахъ (черт. 49). Въ этомъ случаѣ отдѣльные слои кладки, ограниченные не параллельными между собою плоскостями постелей, называются *клиньями*. Въ купольныхъ сводахъ (черт. 50), ввиду особаго вида распредѣленія усилій, первая система разрѣзки производится коническими поверхностями, при чемъ самые слои принимаютъ видъ и названіе *колецъ*. Вообще видъ сооруженія вліяетъ на форму и положеніе поверхностей первой системы разрѣзки.

Независимо отъ направленія давленія, большая или меньшая степень подвижности камней зависитъ отъ ихъ вѣса, а слѣдовательно и отъ ихъ размѣровъ, при чемъ бѣльшіе камни труднѣе выходятъ изъ своего положенія, чѣмъ мелкіе. Поэтому та кладка будетъ лучше, которая ведется изъ меньшаго числа отдѣльныхъ камней, но большихъ размѣровъ. Въ силу этого слѣдуетъ стараться каждый слой кладки образовывать изъ цѣльнаго камня, но это оказывается возможнымъ въ томъ только случаѣ, если кладка имѣетъ небольшіе размѣры въ плоскостяхъ постелей, какъ напр. въ колоннахъ и т. п. Во всѣхъ же остальныхъ случаяхъ слои кладки приходится составлять изъ большаго числа камней, т. е. примѣнять вторую систему разрѣзки кладки или собственно отдѣльныхъ слоевъ.

Постараемся опредѣлить тѣ условія, которымъ должна удовлетворять эта вторая система разрѣзки.

Представимъ себѣ нѣкоторый слой кладки, составленный изъ камней *A*, *B* и *C*, и усиліе *P*, дѣйствующее нормально къ слою (черт. 51). Не смотря на всѣ принимаемыя предосторожности, давленіе внутри кладки распространяется не вполнѣ равномерно, а потому нѣкоторые камни должны быть нагружены больше, другіе меньше. Положимъ, что въ нашемъ слоѣ болѣе нагруженъ камень *B*. Благодаря своей клинообразной формѣ, онъ, стремясь опуститься больше, чѣмъ камни *A* и *C*, неминуемо долженъ будетъ сдвинуть ихъ въ стороны. Кромѣ того при той формѣ, какую имѣютъ камни *A*, *B* и *C*, легко могутъ отколоться ихъ части, примыкающія къ острымъ угламъ *a*, *b* и *c*, какъ болѣе слабыя. Устранить стремленіе къ движенію камней въ слоѣ, а равно и разрушеніе ихъ можно въ томъ только случаѣ, если дѣленіе слоя на отдѣльные камни про-

изводить плоскостями, параллельными дѣйствующему усилию, т. е. нормальными къ постелямъ. На чертежѣ 52 показано такое дѣленіе горизонтальнаго слоя вертикальными плоскостями; но оно, въ томъ видѣ какъ тутъ сдѣлано, представляетъ то неудобство, что камни получились разной величины и разной формы, при чемъ нѣкоторые изъ нихъ ограничиваются острыми углами въ планѣ. Острые же углы вообще являются болѣе слабыми частями камней: они легче подвергаются излому и вывѣтриванію, а потому ихъ слѣдуетъ, по возможности, избѣгать, если допущеніе ихъ не оправдывается какими-либо особыми соображеніями (напр. экономическими). Въ особенности стараются избѣгать острыхъ угловъ камней, прилегающихъ къ наружной поверхности кладки. Выбирая для второй системы разрѣзки рядъ плоскостей, нормальныхъ къ постелямъ и нормальныхъ къ лицевой поверхности кладки, можно совершенно избѣгнуть острыхъ угловъ камней въ кладкѣ, если послѣдняя ограничена прямою линіею (черт. 53). Въ этомъ случаѣ плоскости второй системы разрѣзки будутъ, очевидно, параллельны между собою. Если кладка въ планѣ ограничена какою-либо кривою, то вторую систему разрѣзки ведутъ плоскостями, нормальными къ этой кривой. При этомъ углы наружныхъ камней получаютъ или тупые (черт. 54), если кладка имѣетъ вогнутую форму, или острые (черт. 55), если кладка выпукла. Во второмъ случаѣ острые углы являются неизбѣжными, но все же, благодаря нормальности плоскостей разрѣзки къ контуру кладки, эти углы являются наименѣ острыми по сравненію съ тѣми, которые получились бы при иномъ направленіи плоскостей разрѣзки. При болѣе или менѣе значительныхъ размѣрахъ кладки въ направленіи постелей, дѣленіе слоя однимъ только рядомъ плоскостей бываетъ недостаточно: камни получаютъ еще слишкомъ большихъ размѣровъ и ихъ по неволѣ нужно бываетъ раздѣлить на еще меньшія части. Для такого дѣленія избираютъ или второй рядъ плоскостей, нормальныхъ къ постелямъ и нормальныхъ къ первому ряду, если кладка ограничена въ планѣ прямою линіею (черт. 56), или же рядъ цилиндрическихъ поверхностей, нормальныхъ къ постелямъ и нормальныхъ къ первому ряду плоскостей второй системы разрѣзки (черт. 57). Очевидно, при избраніи такихъ плоскостей или цилиндрическихъ поверхностей, слои раздѣляются на камни или прямоугольной формы (черт. 56), или иной, ближе всего къ ней подхо-

дащей (черт. 57), т. е. при этомъ или совершенно устраняются острые углы, или же они являются наименѣ острыми.

Такимъ образомъ второе правило разръзки каменной кладки или разръзки внутри слоя заключается въ томъ, что дѣленіе слоя на отдѣльные камни должно производиться двумя рядами поверхностей:

1) рядомъ плоскостей, нормальныхъ къ постелямъ слоевъ и нормальныхъ къ наружному очертанію слоя въ планѣ, и 2) рядомъ плоскостей или поверхностей, нормальныхъ къ постелямъ и нормальныхъ къ первому ряду дѣлящихъ плоскостей.

Избирая тѣ или иныя относительныя и абсолютныя разстоянія между отдѣльными дѣлящими поверхностями второй системы разръзки, можно получить камни различной формы и различныхъ размѣровъ и положенія относительно стѣнъ. Камни, большее измѣреніе которыхъ въ планѣ расположено вдоль слоя, называются *ложками* (черт. 58). Камни, которыхъ большее измѣреніе расположено по направленію нормальному къ длинѣ слоя, называются *тычками* (черт. 59). Если длина тычковъ равна ширинѣ слоя, то ихъ называютъ *сквозными тычками* (черт. 53). Промежутки между слоями кладки и отдѣльными камнями въ слоѣ, образующіеся вслѣдствіе разръзки кладки, вообще называются *швами*. Швы слоевъ называются *постелями* \*), швы между отдѣльными камнями въ слоѣ называются *заусенками*. Очевидно, заусенки нормальны къ постелямъ. Линіи пересѣченія постелей и заусенковъ съ наружною поверхностью кладки называются *наружными швами* — *горизонтальными и вертикальными*.

Посмотримъ, какимъ условіямъ должна удовлетворять разръзка смежныхъ слоевъ кладки.

Представимъ себѣ кладку, разръзка всѣхъ слоевъ которой произведена рядами однѣхъ и тѣхъ же поверхностей. Для простоты допустимъ, что мы имѣемъ всего одинъ только рядъ параллельныхъ между собою вертикальныхъ дѣлящихъ плоскостей (черт. 60). Очевидно, дѣйствию сосредоточенаго груза  $P$  будетъ подвергаться одинъ только заштрихованный столбикъ камней  $A, B, C, D$ , при чемъ онъ въ состояніи перемѣщаться по направленію силы  $P$ , независимо отъ остальныхъ камней кладки, сопротивленіе которыхъ выразится только

\*) Выше было дано еще и другое значеніе термина „постель“.

въ треніи по заусенкамъ  $AD$  и  $BC$ . При отклоненіи силы  $P$  отъ вертикали по направленію ширины стѣны, столбикъ камней  $ABCD$  можетъ отдѣлиться отъ остальной кладки и опрокинуться въ сторону  $GL$  или  $GM$ . При отклоненіи силы  $P$  по направленію длины стѣны, т. е. въ сторону  $GK$ , можетъ обрушиться вся часть кладки  $ADEF$ . Сопротивляемъ опрокидыванію столбика кладки является одинъ только запасъ его устойчивости, обусловливаемый положеніемъ центра тяжести и размѣрами подошвы. Такимъ образомъ оказывается, что разрѣзка всѣхъ слоевъ кладки одними и тѣми же рядами поверхностей должна приводить къ отрицательнымъ результатамъ.

Положимъ теперь, что разрѣзка смежныхъ слоевъ кладки произведена различными рядами поверхностей и пусть на кладку дѣйствуетъ сосредоточенный грузъ  $P$  (черт. 61). Изъ чертежа видно, что дѣйствію силы  $P$  въ этомъ случаѣ будетъ подвергаться не одинъ только столбикъ заштрихованныхъ камней, но и смежные съ ними камни:  $a, c, e, g$ . Давленіе, воспринимаемое камнями  $a, c, \dots$ , будетъ передаваться далѣ сосѣднимъ  $b, d$ , и т. д. Такимъ образомъ въ этомъ случаѣ давленіе, производимое сосредоточеннымъ грузомъ  $P$ , распространяется внутри кладки. При отклоненіи силы  $P$  въ сторону  $GK$ , для обрушенія части  $ADFE$  необходимо преодолѣть не одну только устойчивость этой части кладки, обусловливаемую ея вѣсомъ и размѣрами, но и сопротивленіемъ силы тренія по постелямъ камней  $l, m, n$ , зажатыхъ между камнями  $a, c, \dots$ , или же сопротивленіе разрыву тѣхъ же камней  $l, m, n, \dots$ . Для опрокидыванія столбика  $ABCD$  въ сторону  $GL$  или  $GM$ , нужно преодолѣть сопротивленіе силы тренія по постелямъ камней  $l, m, n, p, q, r, \dots$ , зажатыхъ между камнями  $a, c, e, g, \dots$ . Очевидно, нераздѣльность кладки, при такомъ относительномъ положеніи заусенковъ въ смежныхъ слояхъ, является болѣе обезпеченою, чѣмъ въ рассмотрѣнномъ выше случаѣ. Такое относительное расположеніе заусенковъ въ смежныхъ слояхъ кладки называется *перевязкою швовъ*. Мы рассмотрѣли случай, когда слои кладки были раздѣлены однимъ рядомъ плоскостей второй системы разрѣзки; очевидно, требованіе перевязки швовъ должно распространяться и на тѣ случаи, когда слои кладки раздѣляются не однимъ, а двумя рядами поверхностей второй системы разрѣзки. На чертежѣ 62 показанъ примѣръ такой перевязки. Требованіе *соблюденія перевязки швовъ* (заусенковъ) въ

*смежныхъ слоевъ* составляетъ *третье правило разръзки каменной кладки*.

Соблюденіемъ приведенныхъ трехъ правилъ разръзки обезпечивается неподвижность и цѣльность отдѣльныхъ камней, распространеніе производимаго сосредоточеннымъ грузомъ давленія на смежные камни и нераздѣльность кладки по отношенію къ *главному дѣйствующему усилію*. Въ дѣйствительности же кладка подвергается еще нѣкоторымъ *второстепеннымъ* усиліямъ, дѣйствующимъ въ плоскостяхъ, нормальныхъ къ направленію главнаго усилія.

Эти второстепенныя усилія могутъ быть нѣсколькихъ видовъ, которые и разсмотримъ въ отдѣльности.

1) Усилія, стремящіяся сдвинуть какой-нибудь рядъ камней, поперекъ или вдоль слоя. Очевидно, возможность сдвиженія какого-нибудь ряда камней обусловливается присутствіемъ сквозныхъ швовъ (заусенковъ) въ слой, а потому, для устраненія возможности такого сдвиженія, слѣдуетъ только уничтожить такіе швы, введя перевязку ихъ внутри слоя, какъ показано на чертежахъ 63—65.

2) Усилія, стремящіяся разорвать слой въ поперечномъ или продольномъ направленіи. Если камни не соединены между собою притескою, связями или растворомъ, а тренія по постелямъ недостаточно, то въ одномъ только случаѣ можно обезпечить слой отъ разрыва, а именно, если онъ не особенно широкъ и можно поэтому употребить сквозныя тычки (черт. 53). Во всѣхъ остальныхъ случаяхъ надо прибѣгать къ вспомогательнымъ средствамъ противъ разрыва. Какія бы средства эти ни были, во всякомъ случаѣ рискъ разрыва слоя будетъ тѣмъ меньше, чѣмъ меньше будетъ швовъ по направленію разрывающаго усилія. Этимъ обусловливается преимущественное употребленіе въ кладкѣ ложковъ (черт. 58) или тычковъ (черт. 59), смотря по направленію разрывающаго усилія.

3) Усилія, стремящіяся сдвинуть одинъ слой по другому, въ направленіи продольномъ или поперечномъ. Такому сдвиженію сопротивляется одна только сила тренія по постелямъ. Если такого сопротивленія недостаточно, употребляютъ вспомогательныя средства, каковы притеска, связи и *вставныя тычки*. Вставными тычками называются камни, которые проходятъ черезъ 2—3 слоя кладки и тѣмъ затрудняютъ сдвиганіе слоевъ (черт. 66).

4) Разслаивающія усилія, т. е. усилія, стремящіяся разорвать

цѣлый рядъ послѣдовательныхъ слоевъ по направленію наименьшаго измѣренія кладки въ планѣ и являющіяся результатомъ перегрузки кладки главнымъ усиліемъ. Разслоеніе выражается въ появленіи трещинъ по направленію дѣйствія главнаго усилія (черт. 67). Мѣры противъ разслоенія заключаются въ слѣдующемъ: а) въ увеличеніи сопротивленія разрыву отдѣльныхъ слоевъ—помощью сквозныхъ тычковъ (прокладной плиты), связей или притески и уменьшенія числа швовъ по направленію возможнаго разрыва слоевъ, и б) въ увеличеніи перекрытія въ перевязкѣ швовъ смежныхъ слоевъ.

*Величиною перекрытія* называется то разстояніе, на которое швы одного слоя удалены отъ швовъ другого. Очевидно, разслоеніе кладки скорѣе можетъ произойти при перекрытіи *a*, показаномъ на черт. 68, чѣмъ при перекрытіи *b*, показаномъ на черт. 69. При камняхъ одной и той же формы и размѣра, величина перекрытія зависитъ отъ относительнаго положенія камней въ смежныхъ слояхъ. Дѣйствительно, если имѣемъ камни, длина къ ширинѣ которыхъ относится какъ 2 : 1, то величина перекрытія равна  $\frac{1}{4}$  длины камня при расположеніи показаномъ на черт. 70 и та же величина =  $\frac{1}{2}$  длины камня при расположеніи, показанномъ на черт. 71. Такимъ образомъ для увеличенія сопротивленія кладки разслоенію путемъ увеличенія перекрытія, слѣдуетъ только соответственнымъ образомъ располагать камни, а именно въ стѣнахъ, т. е. въ такихъ формахъ кладки, которыя имѣютъ небольшую ширину при сравнительно большой длинѣ, кладку слѣдуетъ вести тычками, т. е. камнями, расположенными длинною своею стороною по направленію ширины слоевъ.

Если сопротивленіе разслоенію считать пропорціональнымъ величинѣ перекрытія, то, очевидно, сопротивленіе кладки тычковой должно быть вдвое больше сопротивленія кладки ложковой (при формѣ камней въ планѣ  $2 \times 1$ ); при этомъ самый рискъ разслоенія послѣдней кладки слишкомъ въ двое больше, чѣмъ при кладкѣ тычковой, такъ какъ число самыхъ перекрытій въ ложковой кладкѣ больше чѣмъ въ тычковой, въ чемъ и можно убѣдиться разсмотрѣніемъ чертежей 72 и 73.

Если употребленіе сквозныхъ тычковъ во всѣхъ рядахъ кладки оказывается невозможнымъ по недостатку матеріала или дороговизнѣ его, то полезно, въ случаѣ большихъ нагрузокъ каменныхъ стѣнокъ,

располагать ряды сквозныхъ тычковъ по крайней мѣрѣ черезъ нѣсколько слоевъ. Такіе слои дѣлаются иногда изъ матеріала другого сорта, иныхъ размѣровъ и носятъ названіе *прокладныхъ рядовъ*. Значеніе прокладныхъ рядовъ не ограничивается однимъ только увеличеніемъ сопротивленія кладки разслоенію, эти ряды способствуютъ также болѣе равномерному распространенію давленія внутри кладки.

**Разрѣзка арокъ и сводовъ.** Строго слѣдуя правиламъ разрѣзки, первую систему плоскостей, сѣкущихъ какую либо арку, слѣдуетъ располагать нормально къ кривой давленія (черт. 74). Однако, это сопряжено съ нѣкоторыми неудобствами: такъ какъ положеніе точки приложенія распора на ключевой плоскости арки въ точности неизвѣстно, то и положеніе и видъ кривой давленія, а вмѣстѣ съ тѣмъ и направленіе нормалей къ этой кривой являются не вполне опредѣленными. Если же положеніе и видъ кривой давленія допустить въ точности извѣстными, и плоскости разрѣзки расположить нормально къ этой кривой, то, въ общемъ случаѣ, плоскости эти не будутъ нормальными къ внутренней кривой направляющей, вслѣдствіе чего слои кладки окажутся ограниченными острыми углами \*).

Во избѣжаніе послѣдняго, а равно ввиду неполной опредѣленности положенія и вида кривой давленія, плоскости первой системы разрѣзки обыкновенно располагаютъ нормально не къ кривой давленія, а къ внутренней кривой направляющей. Это тѣмъ болѣе позволительно, что первое правило разрѣзки не требуетъ точной нормальности плоскостей разрѣзки къ кривой давленія, а допускаетъ отклоненіе до  $15^{\circ}$ — $18^{\circ}$ .

Въ прямыхъ горизонтальныхъ цилиндрическихъ сводахъ давленіе распространяется по такимъ же кривымъ какъ и въ аркахъ а потому и плоскости первой системы разрѣзки располагаются тоже нормально къ внутренней кривой направляющей.

Въ прямыхъ сходящихъ цилиндрическихъ сводахъ плоскостями первой системы разрѣзки служатъ плоскости, опредѣляемы нормальными къ внутренней кривой направляющей и соответственными производящими цилиндра.

Въ косыхъ цилиндрическихъ сводахъ ввиду особаго направленія

---

\*) Существуютъ арки, въ которыхъ кривая давленія приблизительно параллельна внутренней кривой направляющей, въ этомъ случаѣ обѣ кривыя имѣютъ общія нормали.



кривых давленія, первая система разрѣзки должна производиться гелисоидальными косыми поверхностями \*).

Только что указанные направленія плоскостей первой системы разрѣзки сохраняются и въ томъ случаѣ, если пользуются неполными цилиндрическими сводами, а только частями ихъ — лотками или распалубками.

Въ крестовыхъ сводахъ давленія отъ распалубокъ предаются опорамъ по діагональнымъ кривымъ. Ввиду этого, кладка такихъ сводовъ въ частяхъ, ближайшихъ къ этимъ кривымъ, производится плоскостями, нормальными къ діагональнымъ кривымъ этихъ сводовъ.

Очень часто существованіе діагональныхъ кривыхъ давленія совершенно игнорируется, иногда же, наоборотъ, вся кладка распалубокъ разрѣзается на слои, нормальнѣе къ діагональнымъ кривымъ.

Первая система разрѣзки сводовъ купольныхъ производится коническими поверхностями, нормальными къ внутренней направляющей свода. Слои кладки купольнаго свода называются кольцами.

Вторая система разрѣзки арокъ, прямыхъ цилиндрическихъ сводовъ и ихъ частей (лотковъ и распалубокъ) производится системою плоскостей, параллельныхъ плоскостямъ кривыхъ давленія, и системами цилиндрическихъ поверхностей, параллельныхъ внутренней поверхности свода.

Въ смежныхъ слояхъ кладки или клиньяхъ свода поверхности второй системы разрѣзки располагаются въ перевязку.

Въ купольныхъ сводахъ вторая система разрѣзки производится системою меридіональныхъ плоскостей и поверхностей, параллельныхъ внутренней поверхности свода.

Въ смежныхъ кольцахъ купольнаго свода поверхности второй системы разрѣзки располагаются въ перевязку.

**Отступленія отъ правилъ разрѣзки каменной кладки.** Правила разрѣзки каменной кладки не всегда строго соблюдаются; на практикѣ часто встрѣчаются болѣе или менѣе значительныя отступленія отъ нихъ. Отступленія эти бываютъ двухъ родовъ: такъ сказать, раціональныя, которыя вызываются другими, болѣе или менѣе серьезными соображеніями теоретическими или экономическими, и

---

\*) Ввиду сравнительной трудности такой разрѣзки, косые своды стараются такъ или иначе замѣнить прямыми.

нерациональныя, объясняемыя, напримѣръ, небрежностью или недобросовѣстностью рабочихъ. Послѣднія, очевидно, не должны быть допускаемы; съ первыми же постоянно приходится считаться. Разсмотримъ важнѣйшія рациональныя отступленія.

Первое правило разрѣзки, какъ извѣстно, заключается въ томъ, чтобы плоскости, дѣлящія кладку на слои, были нормальны къ направлению главнаго дѣйствующаго усилія, или чтобы нормаль къ этимъ плоскостямъ составляла съ направлениемъ усилія уголъ не большій половины угла тренія. Если усиліе дѣйствуетъ подъ угломъ къ горизонту, что бываетъ напр. въ подпорныхъ стѣнкахъ (черт. 75), то разрѣзку стѣнки, согласно правиламъ, можно въ томъ только случаѣ дѣлать плоскостями горизонтальными, если уголъ между направлениемъ усилія и вертикалью не свыше  $18^\circ$ ; при большихъ же углахъ плоскости первой системы разрѣзки слѣдуетъ располагать наклоненно къ горизонту подъ нѣкоторымъ угломъ. Небольшое (до  $10^\circ$ ) наклоненіе постелей къ горизонту не представляетъ никакого существеннаго неудобства; при большихъ же углахъ наклоненія постелей производство кладки затрудняется, если она ведется на растворѣ, потому что растворъ стекаетъ съ постели и слой его получается не равной толщины, а вслѣдствіе этого происходитъ и неодинаковое сжатіе раствора, т. е. неравномѣрная *осадка* кладки. Во избѣжаніе этого неудобства иногда дѣлають отступленіе отъ перваго правила разрѣзки и кладку такой стѣнки ведутъ горизонтальными слоями, не смотря на теоретическую необходимость вести ее слоями наклонными.

Положимъ, что стѣна поддерживаетъ каменный сводъ, производящій наклонное давленіе на опоры. Строго придерживаясь правила разрѣзки, нужно было бы сводчатую кладку продолжать внутри стѣны на столько, чтобы направленіе усилія въ послѣднемъ клинѣ свода составляло съ нормалью къ горизонтальнымъ слоямъ опоры уголъ не болѣе  $15-18^\circ$  (черт. 76). При этомъ внутри стѣны было бы два направленія разрѣзки кладки: одно горизонтальное, другое наклонное. Такое смѣшеніе направленій постелей сильно затрудняетъ работу, а потому, во избѣжаніе этого смѣшенія, допускають отступленіе отъ правила разрѣзки и свода во внутрь кладки стѣны не запускають, а оканчивають ее у самой опоры (черт. 77), при чемъ уголъ между направлениемъ усилія и слоями опоры получается болѣе половины угла тренія. Если стѣнка тонка, то введеніе свода во

внутри ея могло бы ее ослабить; въ такомъ случаѣ дѣлають тоже отступленіе, располагая сводъ такъ, какъ показано на чертежѣ 78.

Въ большинствѣ случаевъ подобныя отступленія отъ правилъ разрѣзки не проходятъ даромъ. Внутри кладки является стремленіе къ сдвигенію слоевъ, а потому приходится принимать особыя мѣры, для того чтобы помѣшать такому перемѣщенію. Иногда, впрочемъ, подобныя отступленія не вызываютъ никакихъ неудобствъ. Если, напр., тонкая стѣна поддерживаетъ два свода или арки (черт. 79), давленія отъ которыхъ одинаковы, то эти два наклонныя давленія, суммируясь, обращаются въ одно вертикальное, и стремленія къ перемѣщенію въ слояхъ стѣны не возникаетъ.

Говоря о второмъ правилѣ разрѣзки кладки, мы упомянули, что при составленіи слоя изъ отдѣльныхъ камней стараются избѣгать острыхъ угловъ; острые углы опасны тѣмъ, что по нимъ всего легче происходитъ разрушеніе камней, если постели неправильны. Кромѣ острыхъ опасны и такъ называемые входящіе углы; такъ какъ вслѣдствіе дурного сопротивленія камня вытягивающимъ и сгибающимъ усиліямъ, всякое измѣненіе въ сѣченіи камня увеличиваетъ рискъ его разрушенія. Иногда, однако, изъ самыхъ условій постройки вытекаетъ необходимость имѣть камни съ острыми углами (ребрами). Положимъ, что въ подпорной стѣнкѣ, ограниченной снаружи наклонною поверхностью (черт. 75), направленіе усилія такъ мало отклоняется отъ отвѣсной линіи, что можно произвести разрѣзку горизонтальными слоями. При этомъ у поверхности стѣнки получатся камни съ острыми ребрами (черт. 80). Если камень твердый, то нечего бояться острыхъ реберъ, особенно если они близки къ  $90^\circ$ ; если же камень мягкій, то острия его ребра могутъ выкрашиваться и въ швы кладки станеть пробираться вода. Въ такихъ случаяхъ, во избѣжаніе острыхъ реберъ, примѣняютъ разрѣзку кладки ломанными плоскостями, или такими, какія показаны на черт. 81, или, при бѣльшемъ уклонѣ наружной поверхности стѣнки, такими, какія показаны на чертежѣ 82.

Острые углы встрѣчаются при сопряженіи наклонной кладки съ горизонтальною, какъ напр. въ пятахъ сводовъ (черт. 76—79), однако, ихъ можно бываетъ замѣнить тупыми, какъ показано на чертежѣ 83.

Однимъ изъ употребительныхъ видовъ притески камней въ кладкѣ является приданіе имъ особой формы, называемой *ласточины хвосты*

(черт. 84). При такой формѣ одиночные камни не могутъ отдѣлиться отъ другихъ, не увлекая за собою сосѣднихъ или не разрушая дѣлаго слоя, но зато въ очертаніи камней встрѣчаются острые углы. Очевидно, такое отступленіе отъ правилъ разрѣзки объясняется въ этомъ случаѣ достаточно серьезными соображеніями, а потому вполне допустимо. Вредное вліяніе острыхъ угловъ, которые при этомъ образуются, стараются ослабить, дѣлая углы близкими къ прямому (около  $85^\circ$ ).

Отъ третьяго правила разрѣзки — соблюденія перевязки швовъ въ двухъ смежныхъ рядахъ—также приходится отступать, напр. въ томъ случаѣ, если кладка ведется смѣшаная, изъ камней разной высоты (черт. 85). Напримѣръ, ребра каменнаго устоя, подверженнаго ударамъ льда и проч., приходится дѣлать изъ болѣе крупнаго и прочнаго матеріала, чѣмъ другія его части; но неизбѣжнымъ послѣдствіемъ этого является отступленіе отъ правила перевязки швовъ: нѣкоторыя заусенки проходятъ непрерывно черезъ нѣсколько слоевъ кладки.

Другой случай отступленія отъ правилъ перевязки представляютъ трубы, устраиваемыя подѣ желѣзнодорожными насыпями (черт. 86). Такъ какъ давленіе на трубу различно въ разныхъ ея частяхъ по длинѣ, въ зависимости отъ толщины лежащаго надъ ними земляного слоя, то осадка грунта подѣ трубою должна быть неравномѣрная, а чтобы эта неравномѣрность осадки не могла вызвать рѣзрыва трубы, кладку ея дѣлать сквозными вертикальными швами на части и каждой изъ нихъ даютъ осѣдать независимо.

Разрѣзка кладки сводовъ дѣлается обыкновенно по тѣмъ же правиламъ, какъ и стѣны и въ нихъ избѣгаютъ сквозныхъ швовъ по направленію дѣйствующаго усилія (черт. 86), но существуетъ особая, *англійская система* кладки тяжелыхъ сводовъ, въ которой допускаются сквозные швы параллельно направленію усилія, такъ что весь сводъ образуется изъ отдѣльныхъ колець (черт. 87). Такое отступленіе объясняется слѣдующимъ обстоятельствомъ. Въ толстыхъ сводахъ разница въ толщинѣ отдѣльныхъ слоевъ бываетъ довольно значительная. Если для свода употреблять обыкновенный кирпичъ, то для образованія клинообразной формы слоя пришлось бы во вѣшнихъ его частяхъ класть между кирпичемъ болѣе толстый слой раствора, а это могло бы вредно отзываться на крѣпости свода. Употребляя же

англійській способъ, т. е. кладку отдѣльными кольцами, мы уменьшаемъ ширину слоевъ, а вмѣстѣ съ тѣмъ и разность ихъ толщинъ и можемъ въ разныхъ кольцахъ класть различное число кирпичей.

Перевязка швовъ внутри слоя въ кирпичной кладкѣ совершенно не соблюдается и дѣйствию второстепенныхъ усилій противопоставляется лишь сцѣпленіе камней растворомъ.

### Г Л А В А III.

**Форма камней и ихъ размѣры.** Форма камней опредѣляется формами самага сооруженія, степенью желаемаго приближенія кладки къ идеальной, удобствами перевязки и свойствами самага камня. Формы сооруженія и направленіе усилій въ нихъ дѣйствующихъ обуславливаютъ собою то или другое положеніе плоскостей разрѣзки, а этими послѣдними кладка и подраздѣляется на отдѣльные камни. Такимъ образомъ при разрѣзкѣ, напр., стѣнъ получаютъ камни въ формѣ параллелепипедовъ, при разрѣзкѣ сводовъ—въ формѣ клинѣвъ и т. д. Мы видѣли, что при избраніи плоскостей разрѣзки дѣлають иногда отступленія отъ правилъ и такимъ образомъ удаляются отъ идеальной кладки, это, очевидно должно отражаться и на формѣ камней.

Геометрическая сторона вопроса о способахъ опредѣленія формы и размѣровъ отдѣльныхъ камней, нужныхъ для возведенія тѣхъ или иныхъ сооружений, рассматривается въ «Стереотоміи», одномъ изъ приложений Начертательной Геометріи, въ главѣ «Разрѣзка камней». Ниже будутъ приведены примѣры рѣшенія подобныхъ задачъ.

Ввиду дороговизны обработки камней, очень часто кладку ведутъ изъ камней правильной формы только съ поверхности или въ видимыхъ частяхъ массивовъ, а внутренность заполняютъ камнями неправильной формы. Наконецъ, есть рядъ кладокъ, образуемыхъ исключительно изъ необдѣланныхъ камней; въ такихъ случаяхъ, очевидно, форма камней не подчиняется никакимъ правиламъ.

При веденіи кладки изъ обработанныхъ камней правильной формы, удобство перевязки зависитъ отъ относительныхъ размѣровъ камней въ планѣ, т. е. отъ ихъ длины и ширины. Вообще можно сказать, что перевязка будетъ тѣмъ совершеннѣе, чѣмъ отношеніе длины къ

ширинѣ больше. Высота камней на совершенство перевязки не вліяетъ; однако, при избраніи относительныхъ размѣровъ камней въ планѣ, приходится принимать во вниманіе и высоту ихъ, такъ какъ различныя породы камня допускаютъ только опредѣленные наибольшія отношенія длины камней къ ихъ высотѣ. Отношеніе длины къ высотѣ опредѣляется степенью сопротивляемости отдѣльныхъ камней изламывающимъ усиліямъ, обнаруживающимся при неравномѣрномъ распредѣленіи давленія въ кладкѣ, а равно при, неправильностяхъ въ обдѣлкѣ постелей. Такъ, принимаются слѣдующія цифры наибольшаго отношенія длины камней къ ихъ высотѣ:

|                                                          |   |
|----------------------------------------------------------|---|
| для неособенно крѣпкаго песчаника и известняка . . . . . | 2 |
| » твердаго песчаника и известняка . . . . .              | 3 |
| » мрамора . . . . .                                      | 4 |
| » гранита и подобныхъ ему породъ . . . . .               | 5 |

Отношеніе длины къ высотѣ вообще можетъ быть тѣмъ больше, чѣмъ меньше абсолютные размѣры камня, такъ какъ на небольшомъ протяженіи не можетъ обнаружиться большой разности въ давленіи. Ввиду этого въ кирпичѣ, который по своей прочности приближается къ известнякамъ, отношеніе длины къ высотѣ допускается равнымъ 4.

Соотношеніе между шириною и высотой опредѣляется изъ того соображенія, что камни, высота которыхъ меньше ширины, — неустойчивы и легче разрушаются при сжиманіи, чѣмъ камни, ширина которыхъ больше высоты. Поэтому за minimum отношенія ширины къ высотѣ принимается единица. Maximum этого отношенія можетъ, очевидно, равняться вышеприведеннымъ цифрамъ наибольшихъ соотношеній длины къ высотѣ, но обыкновенно этими цифрами не пользуются, такъ какъ при этомъ камни получили бы въ планѣ квадратную форму, которая недостаточно удобна для перевязки \*).

Обыкновенно довольствуются наибольшимъ отношеніемъ ширины къ высотѣ равнымъ 2. Такимъ образомъ, если обозначить высоту, ширину и длину камня буквами  $h$ ,  $b$  и  $l$  то крайними формами камней изъ различныхъ породъ будутъ

$$h : b : l = 1 : 2 : 2 \text{ и } h_1 : b_1 : l_1 = 1 : 1 : 5$$

Какъ увидимъ ниже, наиболѣе удобною формою для перевязки

\*) На Кавказѣ кирпичъ туземной выдѣлки имѣетъ квадратную форму.

является одна изъ промежуточныхъ, а именно приближающаяся къ соотношенію:

$$h : b : l = 1 : 2 : 4.$$

Размѣры камней зависятъ отъ ихъ породы, назначенія сооруженія и, наконецъ, отъ тѣхъ средствъ, которыми располагають для перемѣщенія камней на работахъ.

Камни неправильной формы и большихъ размѣровъ употребляются въ такъ называемой сухой кладкѣ (безъ раствора) или въ подводныхъ наброскахъ, въ кладкѣ на растворѣ камни большихъ размѣровъ употребляются исключительно въ кускахъ правильной формы, такъ какъ только при правильной кладкѣ могутъ быть оправданы большіе расходы, сопряженные съ трудностью обращенія съ тяжелыми камнями. Размѣры камней въ такихъ случаяхъ опредѣляются назначеніемъ сооруженія. Въ приморскихъ сооруженіяхъ употребляются искусственные камни до 2 куб. сажень и болѣе. Для мостовъ, набережныхъ, памятниковъ и т. п. употребляются камни высотой до  $2' - 3\frac{1}{2}'$  или 0,30—0,50 саж. Для гражданскихъ сооружений камни употребляютъ меньшихъ размѣровъ, смотря, впрочемъ, по назначенію сооружений; такъ, для монументальныхъ сооружений: храмовъ, дворцовъ, театровъ—высотой 12''—18'' или 0,15—0,25 саж., для жилыхъ домовъ 6'—8'' или 0,08—0,17 саж. Измѣняются размѣры камня и въ одномъ и томъ же сооруженіи, смотря по ихъ положенію и назначенію; такъ, колонны, цоколь, кладутся изъ болѣе крупнаго камня, верхніе этажи изъ болѣе мелкаго, чѣмъ этажи нижніе; пяты арокъ дѣлають изъ болѣе крупныхъ кусковъ, чѣмъ клинья и т. п.

Камни породъ сплошныхъ могутъ быть выламываемыми въ кускахъ весьма большихъ размѣровъ; что же касается породъ слоистыхъ, то толщина выламываемыхъ кусковъ зависитъ отъ расположенія болѣе слабыхъ прослоекъ. Камни слоистыхъ породъ кладутся въ кладку на ихъ естественныя постели, а потому при работѣ изъ слоистой породы высота камней опредѣляется толщиной слоевъ породы. Принимая эту высоту за единицу, легко получить и остальные размѣры камня, избирая отношеніе длины кусковъ и ширины къ высотѣ, соответствующее твердости породы и удобству перевязки швовъ.

Если отдѣльные камни должны подниматься непосредственно руками рабочихъ, размѣры ихъ опредѣляются подъемною силою одного или нѣсколькихъ рабочихъ. Такъ, кирпичъ имѣть вѣсъ около 10 фунтовъ, куски рваного камня 0,5 — 1,5 пуда и болѣе; штучный камень вѣситъ по нѣскольکو пудовъ. Перемѣщеніе камней нѣсколькими рабочими оправдывается необходимостью въ тесовой кладкѣ, что же касается кладки изъ рваного камня, то это только удорожаетъ работу, а потому размѣръ камней нужно сообразовывать съ подъемною силою одного рабочаго. При этомъ не слѣдуетъ упускать изъ виду, что, для доброкачественности работы, рабочій долженъ имѣть возможность свободно обращаться съ камнями, а потому вѣсъ ихъ не долженъ быть особенно великъ. Перемѣщеніе большихъ камней безъ особыхъ приспособленій часто влечетъ за собою выкрашиваніе кромокъ, скалываніе угловъ и т. п. и только удорожаетъ работу. Имѣя соотвѣтственныя механическія приспособленія для перемѣщенія и подъема камней, вѣсъ ихъ, а слѣдовательно и размѣры, можно варьировать въ очень широкихъ размѣрахъ.

**Сорта строеваго камня.** Строевой камень бываетъ естественный и искусственный.

Естественный камень \*) встрѣчается въ природѣ въ двухъ видахъ: 1) въ видѣ обширныхъ залежей, скалъ и 2) въ видѣ отдѣльныхъ глыбъ или кусковъ, зачастую очень небольшихъ размѣровъ—полевой камень. Въ первомъ случаѣ добыча камня заключается въ отламываніи или отрываніи отъ скалъ болѣе или менѣе крупныхъ кусковъ, а во второмъ въ раскалываніи крупныхъ глыбъ или въ одномъ только собираніи мелкихъ кусковъ.

Если добытый камень имѣетъ совершенно неправильныя случайныя формы, онъ носитъ названіе *рваного камня*, *бутоваго* или *бута* и идетъ въ дѣло безъ всякой обработки.

Если при самой добычѣ стараются получить камень опредѣленной, болѣе или менѣе правильной формы, то онъ носитъ названіе *штучнаго камня* или *тесоваго*. Этотъ сортъ строеваго камня, до употребленія его въ дѣло, подвергается дальнѣйшей обработкѣ—*обтескѣ*.

---

\*) Техническія свойства, способы добычи и обработки естественнаго камня будутъ изложены въ ближайшемъ выпускѣ „Матеріаловъ для курса строительныхъ работъ“.



Бутовый камень, выламываемый изъ слоистой породы, получается въ кускахъ съ болѣе или менѣе правильными и параллельными между собою плоскостями—*постелями*. Такой камень называется *бутовой плитой* или *постелистымъ*, а самое свойство камня имѣть двѣ естественныя постели—*постелистостью*. Слоистый камень, способный ломаться тонкими слоями въ кускахъ большаго размѣра, называется *лещаднымъ*, *лещадною плитой*.

Отдѣльно залегающія глыбы полеваго камня называются *валунами* или *бульями*, если онѣ достаточно велики, и *булыжникомъ*, если онѣ невелики. Какъ валуны, такъ и булыжникъ отличаются нѣкоторою закругленностью формъ, тѣмъ яснѣе выраженою, чѣмъ куски меньше. Валуны разрабатываютъ или на штучный камень, или на буть (рваный камень); булыжникъ, смотря по величинѣ, или колется на не большое число частей, зачастую только пополамъ, или идетъ въ кладку въ нерасколотомъ видѣ. Рваный камень, добытый изъ небольшихъ булыгъ и имѣющій часть закругленной, болѣе гладкой поверхности, называется *колотымъ булыжникомъ*.

Мелкіе куски или осколки камня, остающіеся въ каменоломняхъ при добычѣ рванаго или обдѣлкѣ штучнаго камня, или же нарочно приготовляемые изъ крупнаго, называются *щебнемъ*.

Очень мелкій булыжникъ съ округленными формами и естественно отшлифовавшеюся поверхностью называется *гравіемъ*, *граветомъ* или *галькою*.

Искусственные камни бываютъ двухъ родовъ: 1) небольшіе куски правильной формы, приготовляемые главнымъ образомъ изъ глины—*кирпичъ* и 2) куски очень большихъ размѣровъ, правильной формы, приготовляемые изъ бетона, или изъ бутовой кладки—*массивы*.

**Классификація каменныхъ кладокъ.** Въ зависимости отъ рода и вида идущаго въ дѣло камня, различаютъ слѣдующія разновидности кладокъ:

а) *Кладки изъ естественнаго камня:*

Тесовая кладка.

Бутовая »

Булыжная »

Бетонная »

б) *Кладки изъ искусственнаго камня:*

Кирпичная кладка.

Кладка изъ массивовъ.

с) *Смѣшанная кладки:*

Тесовая съ кирпичной, булыжной или бетонной.

Кирпичная съ кирпичной, булыжной или бетонной.

Бетонная съ бутовой.

Наиболѣе характерными изъ этихъ кладокъ являются: тесовая, бетонная и кирпичная.

Цѣльность тесовой кладки основывается исключительно на правильной ея разрѣзкѣ. Если употребляются вяжущія вещества, то назначеніе ихъ ограничивается простымъ заполненіемъ швовъ.

Цѣльность бетонной кладки основывается исключительно на вяжущей способности строительныхъ растворовъ. Правила разрѣзки не примѣнимы.

Кирпичная кладка занимаетъ среднее мѣсто между тесовою и бетонною: благодаря сравнительной правильности формъ кирпича, эта кладка допускаетъ строгое примѣненіе правилъ разрѣзки; ввиду незначительности абсолютныхъ размѣровъ кирпича, кладка нуждается въ употребленіи вяжущихъ веществъ.

Тесовая кладка, благодаря правильности ея разрѣзки, совершенству обработки постелей и сравнительно большимъ размѣрамъ отдѣльныхъ камней, обуславливающимъ небольшое число швовъ, оказываетъ, при равныхъ прочихъ условіяхъ, наибольшее сопротивление сжатію или, другими словами, для воспріятія и передачи даннаго усилія требуетъ наименьшей площади поперечнаго сѣченія.

Послѣднее обстоятельство имѣетъ весьма существенное значеніе въ томъ случаѣ, когда необходимо довести до minimum'a размѣры сооруженія въ планѣ, напр. при устройствѣ промежуточныхъ опоръ мостовъ, стѣнъ маяковъ, пилоновъ, поддерживающихъ церковные купола и т. п. Тесовая кладка имѣетъ красивую внѣшность, особенно при соответственномъ выборѣ породы и обработки внѣшней поверхности камня. При небольшомъ числѣ швовъ и выборѣ невывѣтривающагося камня, тесовая кладка обладаетъ долговѣчностью, и потому болѣе примѣнима для монументальныхъ сооружений, каковы, напр., памятники и т. п. Однако, тесовая кладка имѣетъ крупный недостатокъ—сравнительную ея доровизну, которая объясняется не

повсемѣстностью находенія годнаго тесоваго камня, дороговизною тесовыхъ работъ и затруднительностью обращенія съ крупными и тяжелыми кусками матеріала. Дороговизна тесовой кладки въ значительной степени ограничиваетъ кругъ ея примѣнимости. Поэтому въ настоящее время сплошная тесовая кладка, т. е. образованіе массива сплошь изъ однихъ только тесаныхъ камней употребляется лишь въ исключительныхъ случаяхъ.

Кирпичная кладка, уступая тесовой въ отношеніи сопротивляемости внѣшнимъ усиліямъ, въ значительной степени превосходитъ ее въ отношеніи употребительности и дешевизны, которая объясняется широкимъ распространеніемъ въ природѣ глинъ, пригодныхъ для выдѣлки кирпича, несложностью его фабрикаціи, легкостью выполненія самой кладки.

Въ отношеніи красоты и долговѣчности кирпичная кладка можетъ и не уступать тесовой.

Бетонная кладка была извѣстна еще Римлянамъ, но широкое и чрезвычайно разнообразное примѣненіе она получила только въ недавнее время, именно съ тѣхъ поръ, какъ развилось цементное производство, когда появились строительные растворы, по своей сопротивляемости мало чѣмъ уступающіе естественнымъ камнямъ.

Широкое употребленіе бетона обусловливается многими обстоятельствами, каковы, на примѣръ, нижеслѣдующія:

a) Возможность утилизаціи въ большомъ количествѣ гравія и вообще мелкаго камня, по своимъ размѣрамъ не годнаго ни для какого иного вида кладки.

b) Легкость и дешевизна приданія бетоннымъ сооруженіямъ и издѣліямъ изъ него произвольныхъ формъ съ гладкою поверхностью, не требующею никакой дальнѣйшей обработки.

c) Возможность и дешевизна производства кладки подъ водою безъ водоотлива.

d) Бóльшая, по сравненію съ другими видами кладокъ, сопротивляемость растягивающимъ усиліямъ, обусловливаемая болѣе равномернымъ распредѣленіемъ раствора въ массѣ кладки, и допускающая приданіе нѣкоторымъ частямъ сооруженій весьма малыхъ размѣровъ.

Въ послѣднее время найдены способы увеличивать эту сопротивляемость. Это обстоятельство должно еще болѣе расширить кругъ примѣнимости бетонной кладки.

## ГЛАВА IV.

**Кирпичъ.** Фабрикація кирпича \*) слагается изъ трехъ операций: обработки глины, формовки сырца и обжига его.

Обработка глины имѣетъ цѣлью приведеніе ея въ пластичное состояніе, при которомъ только и возможна формовка изъ нея кирпича, полученіе совершенно однообразной массы и удаленіе изъ глины нѣкоторыхъ вредныхъ частей.

При этой обработкѣ глина смачивается водою и, въ случаѣ необходимости, къ ней прибавляется песокъ.

Вода необходима для приданія глины пластичности.

Чистая глина, безъ всякой примѣси песку, при обжигѣ значительно уменьшается въ объемѣ, коробится, трескается.

Соотвѣтственная примѣсь песку устраняетъ послѣдніе недостатки, уменьшеніе объема дѣлаетъ болѣе правильнымъ. Количество песку, прибавляемаго къ глины во время мяты, зависитъ отъ степени ея чистоты, отъ количества песку, имѣющагося уже въ глины.

Мяте производится ногами рабочихъ или животныхъ или при помощи особыхъ *глиномятныхъ машинъ*.

Изъ мягкой глины готовится или, какъ говорится, *формуется сырецъ*, который послѣ обжига и обращается въ кирпичъ.

При формовкѣ глину кладутъ въ соотвѣтственныя формы и такъ или иначе уплотняютъ.

Формовка производится вручную, при помощи особыхъ прессовъ или болѣе или менѣ сложныхъ машинъ.

Машины, формующія сырецъ, обыкновенно и мнутъ глину, а потому носятъ названіе *кирпичедельныхъ*.

Кирпичъ машинной выдѣлки значительно лучше кирпича ручнаго, такъ какъ онъ гораздо плотнѣе, формы его правильнѣе, кромки острѣе.

Сырецъ, высохшій на воздухѣ, обладаетъ крѣпостью сухой слежавшейся глины и иногда употребляется въ качествѣ строительнаго матеріала для возведенія сельско-хозяйственныхъ построекъ. Дожде-

---

\*) Болѣе подробныя свѣдѣнія о фабрикаціи кирпича и его техническихъ свойствахъ будутъ изложены въ ближайшемъ выпускѣ „Матеріаловъ для курса строительныхъ работъ“.

вая вода портитъ сырецъ, а потому сырцовыя стѣны должны быть хорошо защищены отъ дождя.

Крѣпкость сырца обусловливается исключительно сцѣпленіемъ частицъ глины съ поверхностью песчинокъ.

При обжигѣ сырца испаряется вся механически примѣпаная къ ней вода. Съ удаленіемъ этой воды въ сырцѣ образуются поры. При красно-калийномъ жарѣ изъ глины удалется вода гидратная. Крѣпкость сырца, обожженаго до краснаго каленія, обусловливается все еще однимъ только сцѣпленіемъ глины съ песчинками. При бѣло-калийномъ жарѣ начинается *спеканіе* глины съ песчинками, сама глина каменѣетъ и измѣняетъ многія свои физическія качества. Хорошо обожженная глина представляетъ собою твердую, пористую, звѣнкую массу, хорошо сопротивляющуюся дѣйствию воды.

При повышеніи температуры обжига выше бѣлаго каленія часть глины начинаетъ плавиться и заполняетъ внутреннія поры.

Смотря по свойствамъ глины и продолжительности температуры обжига, глина плавится по всей массѣ сырца или только снаружи.

Кирпичъ, въ которомъ плавленіе глины произошло во всей массѣ и всѣ поры заполнились, называется *клинкеромъ* \*).

Если плавленіе глины произошло только снаружи, то кирпичъ называютъ *поверхностнымъ клинкеромъ*.

Обыкновенно довольствуются тою степенью обжига, при которой происходитъ одно только спеканіе глины съ пескомъ и поры остаются не заполненными.

Ввиду того, что въ различныхъ частяхъ кирпичеобжигательныхъ печей температура бываетъ не вполнѣ одинакова, кирпичъ получается неодинаково обожженнымъ, частью недожженнымъ, частью пережженнымъ.

Процентное отношеніе того и другого къ общему количеству обжигаемаго кирпича зависитъ отъ размѣровъ и конструціи печи. Наибольшій  $\%$  получается въ напольныхъ (временныхъ) печахъ небольшихъ размѣровъ. Въ нѣкоторыхъ предѣлахъ пережогъ и не-

---

\*) Для того чтобы можно было получить клинкеръ, глина должна обладать *устоплавкостью*, т. е. при плавленіи обращаться въ очень густую массу. Глина, обладающая жидкоплавкостью, не годится для выдѣлки клинкера, такъ какъ при плавленіи ея сырецъ теряетъ свою форму.

дожогъ не исключаетъ возможности пользованія кирпичемъ, нужно только слѣдить за тѣмъ, чтобы послѣдній употреблялся сообразно своимъ качествамъ, а потому въ продажу поступаетъ паравнѣ съ обожженнымъ вмѣру и тотъ кирпичъ, который обожженъ выше или ниже нормы. Ввиду того, что, при равныхъ прочихъ условіяхъ, достоинство кирпича находится въ зависимости отъ степени его обжига, кирпичъ обыкновенно сортируется на:

*Желѣзнякъ*, или обожженный выше нормы,

*Красный*, или обожженный въ мѣру,

*Алый*, или слабо обожженный.

Иногда различаютъ еще *полужелѣзнякъ* и *полукрасный*.

Цвѣтъ кирпича еще не опредѣляетъ собою его достоинствъ, такъ какъ встрѣчаются кирпичи тѣхъ же достоинствъ, но другого цвѣта, а потому на названія «красный» и «алый», хотя и соответствующія въ большомъ числѣ случаевъ цвѣту кирпича данныхъ качествъ, слѣдуетъ смотрѣть только какъ на условные термины для обозначенія степени обжига.

Правильная сортировка кирпича должна производиться по всей совокупности признаковъ, опредѣляющихъ степень его обжига. Признаками же этими, кромѣ цвѣта, служатъ:

1) Степень сопротивленія механическимъ усиліямъ: наивысшая—въ желѣзнякъ и низшая—въ аломъ. По даннымъ Н. А. Бѣлелюбскаго, среднее сопротивленіе желѣзняка — 142 пуда на 1 кв. дм., красного—68 пудовъ на 1 дм. (низшее 33, высшее 164), алаго—33 пуда на кв. дм.

2) Звукъ—звонкій при желѣзнякъ и красномъ кирпичѣ и глухой при аломъ.

3) Поверхность шероховатая при красномъ и аломъ и болѣе гладкая, переходящая въ остеклованую при желѣзнякъ.

4) Желѣзнякъ совсѣмъ не мараетъ рукъ, красный слабо или совсѣмъ не мараетъ, алый—мараетъ.

5) Специфическій вѣсъ (вѣсъ единицы объема): наибольшій—у желѣзняка, наименьшій—у алаго. По даннымъ Бѣлелюбскаго:

|                     | В ѣ с ѣ      |            |
|---------------------|--------------|------------|
|                     | 1 куб. сант. | 1 куб. дм. |
| желѣзняка . . . . . | 1,994 гр.    | 0,079 ф.   |
| краснаго . . . . .  | 1,855 »      | 0,074 »    |
| алаго . . . . .     | 1,650 »      | 0,066 »    |

6) Пористость: наименьшая — в желѣзнякѣ, наибольшая — в аломѣ, по Бѣлелюбскому:

|                         |                                |
|-------------------------|--------------------------------|
| для желѣзняка . . . . . | 12 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> |
| » красного . . . . .    | 17 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> |
| » алаго . . . . .       | 22 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> |

7) Наружный видъ красного кирпича наиболѣе правильный, кромки и углы острые; в желѣзнякѣ иногда замѣчается нѣкоторое коробленіе, в аломѣ кромки легко обламываются, притупляются. Алый даетъ наибольшее количество бою.

**Виды кирпича.** В зависимости отъ строенія, различаютъ слѣдующіе виды кирпича:

- 1) Сплошной кирпичъ,
- 2) Пористый,
- 3) Пустотѣлый,

В зависимости отъ формъ и назначенія, различаютъ:

- 1) Обыкновенный или стѣнной кирпичъ,
- 2) Лекальный или фасонный,
- 3) Облицовочный, или лицевой,
- 4) Подовой,
- 5) Мостовой,
- 6) Огнеупорный.

Разсмотримъ каждую изъ этихъ разновидной въ отдѣльности.

*Сплошнымъ* называется всякій кирпичъ, если въ немъ не имѣется никакихъ пустотъ, образованныхъ искусственно.

*Пористый кирпичъ* получается въ томъ случаѣ, если къ глинѣ, во время ея мятъя, прибавляются какія либо сгораемыя вещества въ измельченномъ видѣ, какъ напримѣръ, древесные опилки, уголь, коксъ, деготь и т. п. Вещества эти, сгорая при обжигѣ, оставляютъ послѣ себя пустоты, размѣръ которыхъ зависитъ отъ степени измельченія вещества. Лучшими матеріалами являются уголь и деготь, худшимъ — древесные опилки. Кромѣ этихъ сгораемыхъ отошителей употребляютъ иногда инфузорную землю, которая понижаетъ вѣсъ кирпича до  $\frac{1}{4}$  нормального. Достоинства пористаго кирпича—легкость (вѣсъ доходить до  $\frac{1}{2}$  и меньше вѣса сплошнаго), дурная тепло- и звукопроводность. Недостатки его: 1) малая прочность, доходящая до 14 пуд. на □ дм., 2) большая вывѣтривае-

мость, 3) большое всасываніе воды изъ раствора, 4) не привлекательная вѣшность. Ввиду всего этого пористый кирпичъ не кладутъ съ наружной стороны стѣнъ, а только внутри.

*Пустотѣлый кирпичъ* имѣетъ въ своемъ тѣлѣ каналы, расположенные по направленію параллельному одному изъ измѣреній кирпича, т. е. продольные (черт. 88) или поперечные (черт. 89). Пустотѣлый кирпичъ кладется въ кладку такимъ образомъ, чтобы каналы не выступали въ наружу. Слѣдовательно, кирпичи съ продольными каналами служатъ ложками, а съ поперечными—тычками.

Для кладки угловъ, гдѣ кирпичъ выступаетъ наружу двумя сторонами, употребляютъ или сплошной кирпичъ, или пустотѣлый съ каналами, расположенными по направленію толщины (черт. 90), что, однако, неудобно въ томъ отношеніи, что эти каналы легко заполняются растворомъ, или же, наконецъ, для кладки угловъ употребляютъ такой пустотѣлый кирпичъ, въ которомъ каналы не сквозные, а закрытые съ одной стороны.

Размѣры каналовъ, а слѣдовательно и число ихъ, могутъ быть различныя, такъ, напримѣръ, дѣлаютъ по 2 продольныхъ или по 4 поперечныхъ канала. Для прочности кирпича лучше дѣлать большее число каналовъ но меньшаго размѣра. Однако, въ силу соображеній практическаго выполненія, не слѣдуетъ дѣлать каналы менѣе 1,5 сант. въ сторонѣ. Стѣнки каналовъ дѣлаются также не тоньше 1,5 сант. (2,5 — 1,5). Для равномерности обжига слѣдуетъ всѣ стѣнки дѣлать одинаковой толщины. Въ сѣченіи каналы дѣлаются круглыя или, преимущественно, квадратныя съ закругленными углами.

Пустотѣлый кирпичъ имѣетъ много преимуществъ передъ сплошнымъ, а именно: вѣсъ его на 15 — 35% меньше вѣса сплошнаго кирпича, слѣдовательно, на изготовленіе его требуется меньше матеріала, меньше топлива для обжига; сушка и обжигъ идутъ значительно скорѣе, вслѣдствіе большей поверхности испаренія, обжигъ производится болѣе равномерно, вслѣдствіе лучшаго доступа тепла внутрь кирпича. При всемъ этомъ прочность пустотѣлаго кирпича почти не уступаетъ прочности сплошнаго. При такихъ условіяхъ кирпичъ пустотѣлый, по совокупности своихъ качествъ, является матеріаломъ болѣе совершеннымъ, чѣмъ сплошной кирпичъ, чѣмъ и объясняется постоянно расширяющееся его употребленіе.

Пустотѣлый кирпичъ былъ извѣстенъ еще римлянамъ, у кото-



рыхъ, впрочемъ, онъ имѣлъ форму горшковъ и употреблялся для кладки внутренней облицовки стѣнъ, съ цѣлю полученія сухихъ поверхностей для фресковъ и, наконецъ, для проведенія теплаго воздуха. Такъ, куполь храма св. Виталія въ Равеннѣ (VI вѣкъ) сдѣланъ изъ горшковъ, показанныхъ на черт. 91, и забученъ горшками, показанными на черт. 92. Гробница св. Елены, матери Константина Великаго, близъ Рима, покрыта сводомъ изъ горшковъ, имѣющихъ форму, показаную на черт. 93. Современная форма пустотѣлаго кирпича дана Vogie въ новѣйшія времена, со введеніемъ машинной формовки.

*Обыкновеннымъ или стѣннымъ* называется кирпичъ параллелепипедальной формы.

*Лекальнымъ, или фасоннымъ* называется всякій кирпичъ, форма котораго чѣмъ-либо отличается отъ стѣннаго. По своему назначенію лекальный кирпичъ подраздѣляется: на клинчатый кирпичъ для кладки сводовъ (черт. 94), колоннъ (черт. 95), дымовыхъ трубъ (черт. 96), карнизовъ (черт. 97), для заполнения промежутковъ между желѣзными балками (черт. 98), для кладки тонкихъ перегородокъ (черт. 99) и т. д.

Лекальный кирпичъ бываетъ сплошной и пустотѣлый.

*Облицовочнымъ* называется кирпичъ, приготовляемый машиннымъ способомъ изъ лучшей глины\*), отличающійся своею одноцвѣтностью, гладкостью своей поверхности, лучшею сопротивляемостью атмосфернымъ дѣятелямъ, и употребляемый для кладки наружныхъ поверхностей стѣнъ, сводовъ, карнизовъ.

Облицовочный кирпичъ бываетъ стѣнной и лекальный, сплошной и пустотѣлый.

Облицовочный кирпичъ, съ цѣлю его удешевленія, иногда дѣлается въ видѣ тонкихъ плитокъ, длина и ширина которыхъ соответствуютъ размѣрамъ простаго кирпича, видимымъ снаружы стѣны или свода.

Иногда облицовочный кирпичъ съ наружной его стороны покрывается цвѣтною глазурью.

---

\*) Иногда довольствуются лучшею глиною только для внѣшней оболочки кирпича. Кирпичъ такого рода называется *амбогированнымъ*. Амбогированіе производится такъ: сырецъ изъ обыкновенной глины обмакивается въ разжиженую глину лучшаго качества и затѣмъ вторично прессуется въ металлической формѣ.

*Подовымъ* называется кирпичъ, употребляемый для выстилки пода въ хлѣбопекарныхъ печахъ. Этотъ кирпичъ отличается отъ обыкновеннаго сплошнаго кирпича только своею квадратною формою.

*Мостовымъ* называется кирпичъ, служащій для выстилки половъ и тротуаровъ и для мощенія улицъ. Наружная поверхность такого кирпича дѣлается рубчатая (черт. 100), для того чтобы полъ или тротуаръ были менѣе скользкими.

Для выдѣлки этого кирпича слѣдуетъ пользоваться такими сортами глинъ, которыя при обжигѣ могли бы превращаться въ клинкеръ, хотя бы только съ поверхности.

*Огнеупорнымъ* называется кирпичъ, который можетъ выдерживать весьма большія температуры. Онъ употребляется для кладки и облицовки внутреннихъ частей различныхъ печей и дымовыхъ трубъ.

Огнеупорностью отличаются глины только свободныя отъ металлическихъ примѣсей.

**Форма и размѣры кирпича** опредѣляются удобствами разрѣзки и перевязки кладки и степенью равномерности обжига. Для разрѣзки кладокъ съ прямолинейными очертаніями наиболѣе цѣлесообразную формую является параллелепипедальная. Для стѣнъ съ кривыми очертаніями, для сводовъ, колоннъ и т. п.—клинообразная и другія формы.

Для перевязки кладки массивовъ съ прямолинейными очертаніями изъ всевозможныхъ параллелепипедовъ наиболѣе удобною формою является такая, которая допускаетъ всевозможныя примыканія кирпичей по любымъ направленіямъ при условіи отсутствія выступовъ, а именно такая, чтобы:

1) два тычка могли примыкать къ ложку или покрывать его (черт. 101);

2) два кирпича, поставленные на ребро, могли покрывать тычекъ (черт. 102) или, что все равно, чтобы кирпичъ, поставленный на ребро равнялся толщинѣ двухъ слоевъ кладки (черт. 103).

Еслибы толщина швовъ кладки равнялась нулю, то этимъ услоіямъ удовлетворяли бы кирпичи, имѣющіе относительные размѣры:  $l : b : h = 4 : 2 : 1$ . Но такъ какъ толщина швовъ не равна

нулю, а положимъ  $= s$ , то, для возможности выпенривенныхъ примыканій необходимо, чтобы  $l = 2b + s$ ,  $b = 2h + s$ .

Форматъ кирпича будетъ вполне опредѣленъ, если задаться толщиной швовъ и однимъ изъ размѣровъ. «Нѣмецкое общество фабрикаціи кирпича, гончарныхъ издѣлій, извести и цемента» приняло за максимальное значеніе  $h$ , въ зависимости отъ возможности хорошаго обжига кирпича, 65 мм., а толщину швовъ  $s = 10$  мм. При этихъ данныхъ опредѣлился форматъ:  $l \times b \times h = 290 \times 140 \times 65$  мм. Это и есть новый австрійскій нормальный форматъ кирпича. Однако, этотъ форматъ признанъ въ Сѣверной Германіи слишкомъ большимъ и уменьшенъ до  $l \times b \times h = 250 \times 120 \times 65$  мм., въ которомъ  $l = 2b + s$ , но  $b < 2h + s$ . При томъ  $s$  для заусенковъ принимается  $= 10$  мм., а для постелей  $= 12$  мм. На высотѣ 1 метра укладывается ровно 13 рядовъ такого кирпича:

$$(65 + 12) 13 = 845 + 156 = 1,001.$$

Это отступленіе отъ теоретически удобнѣйшей формы не особенно существенно, такъ какъ кладка обыкновенно ведется кирпичемъ, укладываемымъ плашмя, и такіе слои только въ рѣдкихъ случаяхъ (углы карнизовъ, углы стѣнокъ изъ кирпича, поставленаго на ребро, стѣнки въ  $\frac{3}{4}$  кирпича) могутъ сопрягаться со слоями кирпича, поставленаго на ребро.

Нормальные размѣры русскаго кирпича  $l \times b \times h = 6 \times 3 \times 1\frac{1}{2}$ , верш., въ которыхъ  $l = 2b$ ,  $b = 2h$ , т. е. совершенно игнорируется толщина шва. Ввиду этого, для возможности соблюденія перевязки швовъ въ смежныхъ рядахъ, изъ которыхъ одинъ является ложковымъ, а другой тычковымъ, приходится давать заусенкамъ разную толщину, а именно: въ тычковыхъ рядахъ въ 2 раза меньшую (черт. 104). По Урочному положенію полагается въ 1 погонной сажени ряда кладки:

ложковъ— 7,6 штукъ

тычковъ—15,2 »

При длинѣ ложка въ 6, а тычка—въ 3 вершка, общая

длина ложковъ равна  $7,6 \times 6 = 45,6$  верш.

» тычковъ »  $15,2 \times 3 = 45,6$  »

Слѣдовательно, на толщину швовъ на каждую сажень ложковъ или тычковъ—безразлично—приходится :  $48 - 45,6 = 2,4$  вершка.

При этомъ толщина одного шва въ ложковомъ ряду равна

$$\frac{2,4 \text{ верш.}}{7,6} = 0,316 \text{ верш.}$$

а въ тычковомъ ряду:

$$\frac{24 \text{ верш.}}{15,2} = 0,158 \text{ верш.}$$

На 1 сажень высоты полагается 27 рядовъ кладки. Толщина кирпича равна 1,5 верш. Слѣдовательно, общая толщина всѣхъ 27 рядовъ кирпича равна  $27 \times 1,5 = 40,5$  верш. и на долю 27 швовъ постелей приходится 7,5 вершковъ. При этомъ толщина одного шва равна  $\frac{7,5}{27} = 0,277$  вершка.

Различіе въ толщинѣ швовъ постелей и заусенковъ оправдывается конструктивными соображеніями, но нельзя этого сказать относительно различія въ толщинѣ заусенковъ ложковыхъ и тычковыхъ рядовъ. Эти недостатки въ относительныхъ размѣрахъ иногда отчасти исправляются неточностями дѣйствительныхъ размѣровъ кирпича, иногда же, наоборотъ, еще болѣе увеличиваются. Такъ, нормальные размѣры русскаго кирпича, выраженные въ сантиметрахъ, равны  $l = 26,66$ ,  $b = 13,33$  и  $h = 6,66$ , а дѣйствительные, по даннымъ Бѣлелюбскаго, колеблются въ предѣлахъ:

|     |       |      |   |       |       |
|-----|-------|------|---|-------|-------|
| $l$ | между | 28,6 | и | 25,05 | сант. |
| $b$ | »     | 13,7 | » | 11,95 | »     |
| $h$ | »     | 7,75 | » | 5,8   | »     |

Въ нѣкоторыхъ кирпичахъ  $l$  оказывается даже меньше  $2b$ , на примѣръ,  $l = 25,90$  а  $b = 13,4$ , слѣдовательно,  $2b = 26,8$ . Въ этомъ случаѣ швы ложковыхъ рядовъ должны быть особенно толсты. Въ другихъ образцахъ, наоборотъ, дѣйствительные размѣры исправляютъ недостатки нормальныхъ, такъ, на примѣръ,  $l = 26,2$ ,  $b = 12,5$ , откуда  $s = 26,2 - 25 = 1,2$  сант., что вполне удовлетворительно.

Ввиду того, что въ настоящее время въ Россіи въ большомъ употребленіи измѣренія въ соткахъ сажени, полезно было бы опредѣлить въ нихъ и размѣры кирпича, а именно: сохранивъ длину кирпича въ 6 верш., которая точно равна 0,125 саж., назначить нормальную ширину въ 0,06 саж., оставивъ, слѣдовательно, на толщину шва 0,005 саж. Эта величина шва весьма близко подходит къ 10 м.м.,

принимаемой за среднюю толщину заусенокъ за границу; дѣйстви-  
тельно

$$\begin{aligned} 10 \text{ м.м.} &= 0,004687 \text{ саж.} \\ &= 0,224976 \text{ вершк.} \\ 0,005 \text{ саж.} &= 0,24 \text{ верш.,} \end{aligned}$$

которая весьма близко подходит къ средней толщинѣ швовъ за-  
усенокъ, принимаемой въ Урочномъ положеніи, а именно:

$$\frac{0,316 + 0,158}{2} = 0,237.$$

Что касается толщины кирпича, то ее выгоднѣе сохранить безъ  
измѣненія, выразивъ ее только въ соткахъ—0,03125 саж. или  $3\frac{1}{8}$   
сотки. Дѣйствиительно, если толщину кирпича выразить круглымъ  
числомъ — 3 сотки — а за толщину швовъ въ постеляхъ принять  
12 мм. = 0,00552 саж. = 0,270 верш. (по Урочному положенію—  
0,277) то число слоевъ на 1 саж. высоты кладки будетъ:

$$\frac{1,00}{0,03 + 0,0055} = 28,1$$

слѣдовательно, на 1 рядъ больше, чѣмъ при толщинѣ кирпича въ  
 $1\frac{1}{2}$  верш. =  $3\frac{1}{8}$  сотки. Такъ какъ кирпичъ продается по счету, а  
не по объему, то увеличеніе числа рядовъ по высотѣ кладки, а вмѣ-  
стѣ съ тѣмъ и увеличеніе числа нужныхъ кирпичей на единицу  
объема, должно вызвать удорожаніе кладки \*).

Кромѣ цѣльнаго кирпича нормальной длины (1 : 0,5 : 0,25) прихо-  
дится, для достиженія перевязки швовъ, пользоваться и частями, а  
именно; трехчетвертными кирпичами (0,75 : 0,5 : 0,25), половинками  
поперечными (0,5 : 0,5 : 0,25) или продольными (1 : 0,25 : 0,25) и че-  
тверками (0,25 : 0,50 : 0,25). Въ нѣкоторыхъ случаяхъ употребляютъ  
еще кирпичи со входящимъ или притуленнымъ угломъ.

---

\*) Вышеприведенныя соображенія о нераціональности существующихъ  
относительныхъ размѣровъ русскаго кирпича и желательныя въ ихъ измѣ-  
ненія были доложены на I Сѣздѣ Русскихъ Зодчихъ, бывшемъ въ Петербургѣ  
въ 1892 году. Сѣздъ, согласившись съ доводами докладчика, передалъ этотъ  
вопросъ на разсмотрѣніе Московскаго Общества Архитекторовъ, которое и  
внесло его въ программу занятій II Сѣзда Зодчихъ, бывшаго въ Москвѣ. На  
сѣздѣ этомъ было постановлено возбудить ходатайство о замѣнѣ существую-  
щихъ нормальныхъ размѣровъ кирпича  $6 \times 3 \times 1,5$  верш. новыми:  $0,125 \times 0,06 \times$   
 $\times 0,03$  саж. Результатъ этого ходатайства пока еще не извѣстенъ.

Такія части кирпича обыкновенно приготовляются изъ цѣльнаго или *половняка*. Половнякомъ называютъ разрозненныя половинки кирпича, разбившагося при перевозкѣ пополамъ. Половинки неразрозненныя принимаются какъ цѣлый кирпичъ, но допускаемое число такого ограничивается нѣкоторымъ процентомъ.

Если подобное утилизиrowаніе половняка вполне цѣлесообразно, то пользованіе цѣлымъ кирпичемъ для той же цѣли не экономично, вслѣдствіе траты матеріала. При этомъ слѣдуетъ имѣть въ виду, что наружная корка кирпича является наиболѣе прочною его частью, а потому, отбивая ее, мы ослабляемъ прочность кирпича. Для того чтобы кирпичъ съ обнаженою серединою менѣе подвергался атмосфернымъ дѣятелямъ, его слѣдуетъ класть такимъ образомъ, чтобы обнаженная часть находилась внутри кладки, а не выступала наружу. Однако, это не всегда возможно, напр., въ кирпичахъ со входящими углами.

Ввиду того что пользованіе частями кирпича не есть случайное, а вполне нормальное, неизбѣжное, на нѣкоторыхъ заводахъ спеціально готовятъ такія части или всѣхъ видовъ или, по крайней мѣрѣ, трехчетвертные кирпичи, какъ наиболѣе употребительные.

Стѣнной кирпичъ по своей формѣ болѣе всего пригоденъ для кладки, имѣющей прямолинейныя очертанія, однако, его можно употреблять и для кладокъ съ криволинейными очертаніями, если кривизна ихъ не велика. Достигается это тѣмъ, что швы кладки дѣлаются не одинаковой толщины по направленію радіуса кривой (черт. 105).

Толщина швовъ, какъ увидимъ, имѣетъ свои предѣлы—наименьшій и наибольшій. Этими предѣлами и опредѣляется наименьшая величина радіуса кривыхъ стѣнъ или сводовъ, которые могутъ быть образованы изъ стѣннаго кирпича. Въ случаѣ надобности имѣть стѣны или своды меньшей кривизны, приходится обращаться или къ притескѣ кирпича или къ употребленію лекальнаго, клинообразной формы. Последнее во всякомъ случаѣ предпочтительнѣе, такъ какъ всякая притеска кирпича влечетъ за собою его ослабленіе, вслѣдствіе устраненія наружной крѣпкой корки. При употребленіи лекальнаго кирпича даннаго формата можно образовывать стѣны или своды не одного только опредѣленнаго радіуса, а измѣнять кривизну въ нѣкоторыхъ предѣлахъ, дѣлая швы кладки не одинаковой

толщины по ихъ длинѣ. Ввиду послѣдняго обстоятельства, можно было бы имѣть нѣсколько или, по крайней мѣрѣ, одинъ нормальный форматъ лекальнаго кирпича для сводовъ, однако, такого у насъ въ Россіи \*) не имѣется, и въ каждомъ частномъ случаѣ такой кирпичъ нужно бываетъ спеціально заказывать на заводѣ, что, конечно, обходится дороже.

Для кладки карнизовъ съ криволинейными очертаніями въ зданіяхъ, оставляемыхъ безъ штукатурки, весьма желательно также имѣть спеціально приготовленный кирпичъ, тѣмъ болѣе, что въ данномъ случаѣ, при вытесываніи карниза изъ обыкновеннаго кирпича, обнаженую внутреннюю его часть приходится обращать наружу. Однако, у насъ кирпичи съ такимъ назначеніемъ вовсе не приготовляются безъ спеціальнаго заказа. Въ Германіи же выработанъ рядъ профилей карнизнаго кирпича, который можно имѣть готовымъ (черт. 106).

Толщина швовъ кирпичной облицовки за границею равняется 8 м.м. (и даже 5 м.м.). Сообразно съ этимъ и наружные размѣры ложковъ облицовки равны  $252 \times 69$  м.м., а тычковъ— $122 \times 69$  м.м.

---

## ГЛАВА V.

**Соединеніе камней посредствомъ связей и притески.**  
Нераздѣльность каменной массы или трудность сдвиженія отдѣльных камней въ кладкѣ, образованой по способу правильной разръзки, обуславливается исключительно вѣсомъ камней, однако, вѣсь этотъ въ большинствѣ случаевъ бываетъ недостаточенъ. Въ такихъ случаяхъ для достиженія нераздѣльности кладки приходится прибѣгать къ связыванію камней между собою. Средствами для такого связыванія, какъ было уже сказано выше, служатъ связи, притеска и вяжущія вещества.

Разсмотримъ каждое изъ этихъ средствъ въ отдѣльности.

*Связями* называются металлическія, каменные или деревянные части, закладываемыя въ соотвѣтственныя углубленія въ камняхъ и

---

\*) Въ Австріи имѣются кирпичи для сводовъ, размѣры которыхъ слѣдующіе: длина—237 мм., ширина—158, толщина въ толстомъ концѣ—65 мм., а въ тонкомъ—различная для нѣсколькихъ радіусовъ сводовъ.

мѣшающія послѣднимъ измѣнять свое положеніе относительно смежныхъ камней.

По своему назначенію связи раздѣляются на два рода:

1) на связи, препятствующія сдвигенію одного слоя кладки по другому. Такими связями являются *вертикальные пироны*;

2) на связи, препятствующія сдвигенію отдѣльныхъ камней въ слоѣ, какъ по горизонтальному такъ и по вертикальному направленію. Такими связями являются *скобы* и *горизонтальные пироны*.

Въ настоящее время связи дѣлаются почти исключительно металлическихія, прежде же пироны дѣлались изъ камня и дерева \*).

Скобы имѣютъ видъ, показанный на черт. 107 и 108. Онѣ располагаются въ гнѣздахъ, выдалбливаемыхъ въ верхнихъ постеляхъ камней. Гнѣзда дѣлаются такой глубины, чтобы скобы располагались *заподлицо* съ постелью, т. е. не выступали бы изъ нея. Связи располагаются или по одному только направленію (поперекъ стѣны) или по разнымъ, какъ это показано на черт. 109 и 110.

Пироны, какъ вертикальные такъ и горизонтальные, имѣютъ видъ не высокихъ цилиндровъ или призмъ (черт. 111). Они располагаются въ гнѣздахъ, выдалбливаемыхъ въ постеляхъ или боковыхъ граняхъ камней. Глубина гнѣздъ дѣлается равною половинѣ высоты пирона.

Иногда пользуются болѣе сложными видами связей; примѣромъ таковыхъ можетъ служить связь, показанная на черт. 112, состоящая изъ скобы и вертикальнаго пирона.

Для того чтобы связи выполняли свое назначеніе, необходимо чтобы онѣ были достаточно прочны, т. е. чтобы имѣли соответственные размѣры, и были неподвижно укрѣплены въ камняхъ. Неподвижность связей достигается тѣмъ, что промежутки между связью и стѣнками гнѣзда, въ которомъ расположена связь, заливаются свинцомъ, асфальтомъ или цементомъ.

Связи дѣлаются бронзовыя, мѣдныя и, чаще, желѣзныя. Желѣзные связи иногда могутъ причинять вредъ. Если связь можетъ ржавѣть, а слѣдовательно и увеличиваться при этомъ въ объемъ, то она можетъ раскалывать камень. Ржавленіе связи зачастую слу-

---

\*) Въ греческихъ постройкахъ встрѣчались пироны изъ лимоннаго и оливковаго дерева.



жить причиною появленія на камнѣ бурыхъ пятенъ. Ввиду этого, въ случаѣ употребленія желѣзныхъ связей, необходимо принимать мѣры противъ ржавленія, каковы осмолка связей въ нагрѣтомъ состояніи, луженіе ихъ или оцинковываніе.

*Притеска камней*, какъ средство достиженія ихъ неподвижности, заключается въ приданіи камнямъ такой формы, которая устраняла бы возможность перемѣщенія ихъ внутри слоя и одного слоя по другому.

На черт. 113 и 114 показаны формы камней, устраняющія возможность перемѣщенія ихъ поперекъ стѣны. Дѣйствительно, каждый камень въ отдѣльности можетъ быть выдвинуть изъ стѣны въ томъ только случаѣ, если предварительно будутъ сколоты *заплевички* (выступающія части) у него самого, или у смежныхъ съ нимъ камней.

На черт. 115 показана форма камней, недопускающая сдвиженія одного слоя кладки по другому.

Кромѣ только-что указанныхъ можно придумать много и иныхъ формъ притески. Практичными формами должны быть признаны только наиболѣе простыя, такъ какъ приданіе естественному камню сложныхъ формъ весьма затруднительно и обходится довольно дорого, особенно, при твердыхъ породахъ, при которыхъ только и можно ожидать существенной пользы отъ притески.

Въ мягкихъ породахъ стоимость работы не велика, но зато и польза ея менѣе значительна, такъ какъ у камней изъ такихъ породъ сравнительно легко могутъ скалываться заплевички.

Въ настоящее время притескою пользуются вообще сравнительно рѣдко, только при возведеніи монументальныхъ сооружений.

Въ древности же, когда рабочія руки стоили очень дешево, притескою пользовались сравнительно широко.

При изготовленіи искусственнаго камня—кирпича—приданіе ему той или иной формы не можетъ серьезно отражаться на его стоимости, а потому приданіе кирпичу такой формы, которая соотвѣтствовала бы цѣлямъ притески, можно было бы признать вполне рациональнымъ.

Однако, въ дѣйствительности дальше нѣсколькихъ попытокъ (черт. 116) въ этомъ направленіи дѣло не пошло.

**Заполненіе швовъ кладки.** Какъ бы тщательно ни обтесывать камни, изъ которыхъ ведется кладка, между ними все-таки будутъ оставаться хотя бы небольшія пустоты, въ которыя можетъ проникать воздухъ и вода. Вслѣдствіе этого всякій искусственно образованный каменный массивъ долженъ подвергаться большому разрушительному вліянію атмосферныхъ дѣятелей, чѣмъ естественный монолитъ. Очевидно, сопротивляемость такому разрушенію искусственнаго массива и естественнаго могутъ быть уравнены, если такъ или иначе устранить доступъ воздуха и воды во внутрь кладки. Подобное устраненіе можетъ быть достигнуто путемъ заполненія швовъ кладки такимъ матеріаломъ, который не пропускалъ бы черезъ себя ни воды ни воздуха и самъ не разрушался бы ими.

Очень тщательная обтеска камней обходится слишкомъ дорого, поэтому обыкновенно довольствуются менѣе тщательною, а часто обходятся и вовсе безъ обтески. При такихъ условіяхъ смежные камни ни въ какомъ случаѣ не могутъ плотно примыкать одинъ къ другому, между ними должны оставаться сравнительно большія пустоты, давленіе отъ одного камня къ другому должно передаваться только отдѣльными точками. Благодаря послѣднему обстоятельству, въ камняхъ могутъ обнаруживаться изламывающія усилія и напряженія внутреннихъ силъ могутъ доходить до опасныхъ предѣловъ. Эти недостатки кладки, обусловливаемые исключительно малою плотностью примыканія смежныхъ камней, тоже могутъ быть устранены заполненіемъ швовъ такимъ матеріаломъ, который, будучи пластичнымъ, могъ бы выравнивать всѣ неровности въ поверхности камней и принимать участіе въ передачѣ давленія.

При недостаточной правильности формы камней, послѣдніе могутъ занимать неустойчивое положеніе; при неправильномъ распредѣленіи усилій въ кладкѣ, они могутъ раскалываться; отколовшіяся части могутъ перемѣщаться и еще болѣе ухудшать условія передачи давленія. Эти недостатки также могутъ быть устранены, если всѣ швы кладки заполнить такимъ матеріаломъ, который могъ бы, не разрушаясь самъ, переносить болѣе или менѣе значительныя давленія.

Если въ нѣкоторыхъ частяхъ кладки могутъ проявляться растягивающія усилія, то отдѣльные камни необходимо связать между собой. Это связываніе тоже можетъ быть достигнуто заполненіемъ швовъ такимъ матеріаломъ, который, сдѣлаясь съ поверхностью камней, могъ бы оказывать значительное сопротивленіе растяженію.

Ввиду всего вышесказаного швы кладки обыкновенно заполняются, причѣмъ выборъ матеріала заполнения зависитъ отъ вида и назначенія кладки.

Въ качествѣ матеріаловъ для заполнения швовъ пользуются: листовымъ свинцомъ, мхомъ, пескомъ, щебнемъ и вяжущими веществами.

Свинець употребляется въ томъ только случаѣ, если кладка ведется изъ камней правильной формы, тщательно обтесанныхъ. Онъ, сжимаясь подъ нагрузкою кладки, заполняетъ всѣ небольшія неровности въ поверхностяхъ камней и тѣмъ увеличиваетъ правильность передачи давленія и совершенно прекращаетъ доступъ воздуха и воды во внутрь кладки. Ввиду своей сравнительной дороговизны свинець употребляется только при возведеніи монументальныхъ сооруженийъ.

Мохъ, песокъ и щебень употребляются въ простѣйшихъ видахъ кладки, не несущей большихъ нагрузокъ. Кладка съ такимъ заполненіемъ швовъ называется *сухою*. Заполненіемъ швовъ сухой кладки достигается только *небольшое* увеличеніе правильности передачи давленія и неподвижность камней внутри кладки.

Вяжущія вещества являются наиболѣе распространеннымъ матеріаломъ для заполнения швовъ кладки, а потому мы познакомимся съ ними нѣсколько подробнѣе.

---

## ГЛАВА VI.

**Вяжущія вещества.** Вяжущими веществами, какъ было уже сказано выше, называются такіе матеріалы заполнения швовъ кладки, которые, будучи приведены въ тѣстообразное, пластичное состояніе, обладаютъ способностью сцѣпляться съ поверхностью камней и затѣмъ, послѣ перехода въ твердое состояніе, оказываютъ болѣе или менѣе значительное сопротивленіе растягивающимъ усиліямъ и тѣмъ самымъ сообщаютъ эту способность и каменной кладкѣ.

Твердѣніе вяжущихъ веществъ можетъ представлять собою процессъ чисто физическій, чисто химическій или же частью физическій, частью химическій.

Къ вяжущимъ веществамъ, твердѣніе которыхъ основывается исключительно на процессахъ физическихъ, относятся глина и асфальтъ.

Глина твердѣетъ при высыханіи, а асфальтъ при остываніи.

Сухая глина, будучи смочена водою, снова размягчается. Ввиду этого обстоятельства глиною въ качествѣ вяжущаго вещества можно пользоваться въ тѣхъ только случаяхъ, когда сложенная на ней кладка не можетъ подвергаться дѣйствию дождя.

Чистая глина при высыханіи значительно уменьшается въ объемѣ, трескается, коробится. Ввиду этого пользуются не чистою глиною, а въ смѣси съ пескомъ.

Сопротивляемость глины растягивающимъ усиліямъ невелика, сила сцѣпленія ея съ поверхностью камня тоже незначительна, а потому на глинѣ можно класть только такія части сооружений, которыя подвергаются одному только сжатію.

Глина вообще хорошо сопротивляется дѣйствию высокой температуры. Нѣкоторыя же ея сорта, свободные отъ металлическихъ примѣсей, способны выдерживать самыя высокія температуры. Ввиду этого обыкновенною глиною пользуются для кладки комнатныхъ печей и тѣхъ частей дымовыхъ трубъ, которыя находятся подъ крышу, а огнеупорною—для кладки печей металлургическихъ.

Асфальтъ употребляется въ видѣ мастики, въ смѣси съ пескомъ. Асфальтъ вообще обладаетъ всѣми качествами хорошаго матеріала заполненія швовъ, хотя и не въ такой степени какъ строительные растворы, о которыхъ рѣчь впереди.

Самое существенное достоинство асфальта, которое рѣзко выдѣляетъ его изъ всѣхъ другихъ разновидностей вяжущихъ веществъ, это его упругость, сообщаемая имъ до нѣкоторой степени и кладкѣ. Упругость же кладки является весьма желательнымъ ея качествомъ если, какъ напр. въ фундаментахъ подъ машины, она можетъ подвергаться постояннымъ сотрясеніямъ. Упругость кладки задерживаетъ ея разстройство; машины, поставленныя на упругихъ фундаментахъ, медленнѣе изнашиваются.

Къ вяжущимъ веществамъ, твердѣніе которыхъ обусловливается процессами частью физическими, частью химическими, относятся гипсъ и всѣ такъ-называемые строительные растворы.

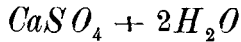
*Гипсъ* получается обжигомъ при температурѣ не свыше 200° Ц. одного изъ гипсовыхъ камней (гипсоваго шпата, пластинчатаго или

волокнистаго гипса, алебаstra и обыкновеннаго гипсоваго камня), содержащихъ въ себѣ водный сѣрноокислый кальцій, трудно растворимый въ водѣ ( $\frac{1}{430}$ ). При этомъ обжигѣ сѣрноокислый кальцій теряетъ большую часть своей гидратной воды и обращается въ гипсъ, т. е. безводный сѣрноокислый кальцій. Удѣльный вѣсъ необожженаго гипсоваго камня 1,87—2 3, а обожженаго около 1,25. Вѣсъ 1 куб. саж. необожженаго 1.000—1.300 пудовъ, а обожженаго около 750. Твердость гипса послѣ обжига значительно уменьшается. Будучи измелченъ и соединенъ съ водою, гипсъ снова переходитъ въ водный сѣрноокислый кальцій, т. е. вступаетъ съ нею вновь въ малорастворимое въ водѣ соединеніе, причемъ гипсовое тѣсто твердѣетъ, увеличиваясь въ объемѣ приблизительно на 1<sup>o</sup>/<sub>6</sub>. Гидратация гипса сопряжена съ нѣкоторымъ возвышеніемъ температуры. Порошокъ обожженаго гипса можетъ также твердѣть и на счетъ влажности воздуха,—это заставляетъ принимать особыя мѣры предосторожности при храненіи его. Лучше гипсъ употреблять свѣже-обожженный или, по крайней мѣрѣ, свѣже-размолотый. Затвердѣвшій отъ воды гипсъ, будучи перетертъ и опять соединенъ съ водою, можетъ снова затвердѣть, однако, окончательная твердость его будетъ меньше. Если гипсъ очень хорошъ, подобную операцію можно повторять до 3 — 4 разъ. Безводный сѣрноокислый кальцій встрѣчается въ природѣ и въ готовомъ видѣ (минераль ангидритъ), однако, способностью переходить въ гидратъ онъ не обладаетъ. Если естественный водный сѣрноокислый кальцій обжигать до полнаго удаленія всей гидратной воды, то онъ теряетъ способность вновь соединяться съ водою и твердѣть. Обожженный до такой степени гипсъ называютъ *пережженнымъ* или *мертвымъ*. Однако, по изслѣдованіямъ Schott'a \*), съ теченіемъ времени пережженный гипсъ снова получаетъ способность соединенія съ водою, причемъ дѣлается медленно твердѣющимъ. При недостаточной высокой температурѣ обжига нѣкоторые камни внутри будутъ недожжены и эта необожженная часть будетъ вредною примѣсью. Недожженный гипсъ вслѣдствіе своей твердости трудно измелчается, а потому его можно отчасти удалить просѣиваніемъ. Вообще просѣиваніе употребляется съ цѣлью устраненія болѣе крупныхъ песчи-

---

\*) R. Gottgetreu. Physische und Chemische Beschaffenheiten der Baumatcrialien. 2 Ausgabe 1875. II Band § 279.

нокъ гипса, дѣлающихъ растворъ менѣе пластичнымъ. Количество воды, необходимое для перехода безводнаго гипса въ водный, со- отвѣтствуетъ формулѣ:



однако, на самомъ дѣлѣ приходится брать ее больше, такъ какъ при этомъ минимальномъ количествѣ воды нельзя получить однороднаго тѣста. Для полученія тѣста разной густоты надо брать:

|                                       |      |      |       |
|---------------------------------------|------|------|-------|
| Для тѣста густого на 1 ведро воды . . | 1,50 | пуда | гипса |
| » » средняго » » » » . .              | 1,25 | »    | »     |
| » » жидкаго » » » » . .               | 1,00 | »    | »     |

Степень густоты раствора зависитъ отъ его назначенія. Густой растворъ употребляется для каменной кладки, средній для штукатурки и жидкій для отливокъ или заливокъ швовъ кладки. Степень густоты тѣста влѣяетъ на быстроту твердѣнія. Такъ, гипсъ съ минимальнымъ количествомъ воды твердѣетъ почти мгновенно, быстрота твердѣнія падаетъ съ увеличеніемъ количества воды. Замедленія твердѣнія гипса можно, если нужно, достигнуть также прибавленіемъ къ нему раствора известковаго или раствореніемъ гипса на клеевой водѣ; въ этомъ случаѣ твердѣніе происходитъ въ теченіе 1 часа. Плотность затвердѣвшаго раствора находится въ прямой зависимости отъ количества воды въ растворѣ: наибольшая плотность получается при наименьшемъ ея количествѣ, и съ увеличеніемъ воды падаетъ, вслѣдствіе того, что въ массѣ остается много поръ. Параллельно плотности идетъ и крѣпость затвердѣвшаго гипса. Прибавленіе песку къ гипсовому раствору уменьшаетъ его крѣпость. Наравнѣ съ порами, крѣпости гипсоваго раствора вредятъ и пузыри воздуха, могущіе образоваться при перемѣшиваніи. Твердость гипсоваго раствора зависитъ также отъ его строенія. Гипсъ, выжженный изъ зернистаго камня (алебастра), сохраняетъ подобную же зернистость и послѣ обжига и помола. При соединеніи съ водою зерна гипса переходятъ въ гидратъ сперва съ поверхности, гидратация же внутренней части происходитъ позже, внутри твердой уже оболочки; а такъ какъ гидратация эта сопровождается хотя и небольшимъ увеличеніемъ объема, то все же въ массѣ является уплотненіе. Гипсъ, обожженный изъ не зернистаго камня, имѣетъ рыхлое строеніе и частицы получаютъ болѣе мелкія. Твердость гипса можетъ быть значительно увеличена

искусственными средствами, каковы напр. затвореніе его на растворѣ квасцовъ въ водѣ ( $1/_{1,2}$ ). Пористость гипсовой массы служить причиною ея разрушенія: въ порахъ собирается вода, которая при замерзаніи и можетъ разрушить гипсъ. Вслѣдствіе малой растворимости воднаго сѣрнокислаго кальція выщелачиваніе его можетъ идти весьма медленно. Ввиду этого мѣры для защиты гипса отъ разрушенія должны заключаться въ его уплотненіи или заполненіи его поръ.

Гипсовый растворъ есть одинъ изъ древнѣйшихъ химически-твердѣющихъ растворовъ. Его употребляли между прочимъ Египтяне для постройки пирамидъ. Плиніи и Витрувій также упоминаютъ о гипсѣ и его растворѣ. Нѣкоторое время гипсъ былъ почти забытъ а затѣмъ въ 1300 году сталъ снова входить въ употребленіе. Широкому употребленію гипсового раствора мѣшаетъ его сравнительная дороговизна, такъ какъ онъ, значительно теряя крѣпость отъ прибавки къ нему песку, долженъ употребляться чистымъ, тогда какъ известь, болѣе распространенная въ природѣ, допускаетъ, какъ увидимъ ниже, прибавку къ ней до 4-хъ объемовъ песку. При такихъ обстоятельствахъ районъ употребленія гипса для каменной кладки опредѣляется мѣстомъ залеганія гипсового камня. Поэтому въ окрестностяхъ Парижа употребленіе гипсового раствора довольно распространено. У насъ въ Россіи гипсъ имѣется въ Казанской губ. и около Риги. Такимъ образомъ въ Россіи для обыкновенной кладки гипсъ мало примѣнимъ и употребленіе его ограничивается нѣкоторыми специальными конструкціями, какъ напр. кладкой легкихъ пологихъ сводовъ. Быстро твердѣющій гипсъ не даетъ осадки, а это при кладкѣ такихъ сводовъ имѣетъ большое значеніе. Что касается долговѣчности гипсового раствора, то примѣромъ таковой могутъ служить швы кладки развалинъ одного замка въ Гарцѣ: кирпичъ въ стѣнахъ вывѣтрился, а гипсовые швы остались невредимыми. Примѣромъ долговѣчности гипса могутъ также служить кремлевскіе карнизы въ Москвѣ, выдержавшіе пожаръ 1812 года и по сію пору неразрушенные нашимъ суровымъ климатомъ. Ввиду ограниченности круга примѣненія гипсового раствора для массивной кладки, распространяться о немъ болѣе не станемъ.

**Строительные растворы.** Строительными растворами называются смѣси песка съ нѣкоторыми вяжущими веществами, приведенными въ тѣстообразное состояніе прибавкою къ нимъ воды.

Въ зависимости отъ условій твердѣнія, строительные растворы дѣлятся на двѣ группы, а именно на:

*Растворы воздушные и  
Растворы гидравлическіе.*

Воздушными называются такіе, твердѣніе которыхъ можетъ происходить только на воздухѣ, а гидравлическими такіе, твердѣніе которыхъ можетъ происходить и подѣ водою.

Способность нѣкоторыхъ растворовъ твердѣть подѣ водою является весьма цѣннымъ ихъ свойствомъ, позволяющимъ съ помощью ихъ возводить прочныя гидротехническія сооруженія.

Вязущимъ веществомъ воздушныхъ растворовъ служитъ *воздушная известь*.

Вязущими веществами, входящими въ составъ гидравлическихъ, растворовъ, служатъ: воздушная известь въ смѣси съ *цемянками гидравлическія извести и цементы*.

Въ растворахъ изъ извести воздушной и гидравлической песокъ увеличиваетъ твердость раствора.

Въ растворахъ изъ смѣси воздушной извести съ цемянками песокъ играетъ ту же роль. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, однако, можно бываетъ обходиться вовсе безъ песка—если въ самой цемянкѣ достаточно примѣсей, могущихъ замѣнить собою песокъ.

Примѣсь песку къ растворамъ цементнымъ уменьшаетъ ихъ сопротивляемость механическимъ усиліямъ и употребляется съ исключительною цѣлью удешевленія ихъ.

Употребленіе песку въ цементныхъ растворахъ вполнѣ допустимо, такъ какъ и уменьшенная примѣсью песку сопротивляемость растворовъ оказывается вполнѣ достаточною для практическихъ цѣлей.

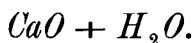
Познакомимся въ общихъ чертахъ съ теоріею твердѣнія растворовъ и рассмотримъ въ отдѣльности вещества, входящія въ ихъ составъ.

*Простая, обыкновенно или воздушная известь* получается обжиганіемъ при температурѣ около 700—800° Ц. болѣе или менѣе чистыхъ известняковъ, главною составною частью которыхъ является углекислый кальцій,  $CaCO_3$ . Примѣсами является глина, песокъ, окислы желѣза и т. д. При обжигѣ углекислый кальцій распадается на безводную окись кальція и углекислоту, по формулѣ





Безводная окись кальція  $CaO$  имѣеть видъ камня и въ техникѣ носить названіе *негашеной* или *живой извести, кипѣлки*. Послѣ обжига известнякъ, смотря по чистотѣ, теряетъ до 30—40% въ вѣсъ и до 10—20% въ объемъ. Удѣльный вѣсъ кипѣлки 0,8—0,9. Вѣсъ 1 куб. саж. 475—550 пуд. Соединяясь съ водою, кипѣлка *гасится*, т. е. обращается въ гидратъ окиси кальція:



При этомъ она обращается въ тончайшій порошокъ бѣлаго цвѣта, носящій названіе *гашеной извести или пушенки*. Вѣсъ 1 куб. саж. составляетъ 300—480 пуд. При гашеніи известь увеличивается въ объемъ отъ 1,05—3,5 разъ. Въ зависимости отъ этого увеличенія, обусловливаемаго чистотою известняка, известь дѣлятъ на:

*Жирную*, увеличивающуюся при гашеніи въ объемъ въ 2—3 раза, получаемую изъ известняковъ, содержащихъ не свыше 10% постороннихъ примѣсей, и на

*Тощую*, увеличивающуюся въ объемъ всего въ 1,05—2 раза, если содержаніе примѣсей въ известнякѣ достигаетъ до 10—20%.

Процессъ гашенія сопровождается выдѣленіемъ большаго или меньшаго количества теплоты, опять-таки въ зависимости отъ чистоты известняка. Нагрѣваніе доходитъ до 300°, при чемъ часть воды, около  $\frac{1}{3}$ , обращается въ парь.

Гашеніе извести или обращеніе кипѣлки въ пушенку производится или кратковременнымъ погруженіемъ ея въ воду, или поливаніемъ водою; наконецъ, гашеніе можетъ происходить и постепенное на счетъ влажности воздуха. Количество воды, потребное для гашенія одной куб. саж. кипѣлки, равно приблизительно 0,5—1,0 куб. саж. (10—20 сорокаведерныхъ бочекъ). При недостаткѣ воды на гашеніе, частицы извести, вслѣдствіе неравномѣрнаго повышенія температуры въ массѣ, могутъ спекаться и дѣлать продуктъ негоднымъ къ употребленію. Такая известь называется *перезжеженою*. При избыткѣ воды, а именно при 2,5—3,0 куб. саж. (50—60 бочекъ) на 1 куб. саж. кипѣлки, известь гасится въ густое тѣсто, а при количествѣ воды до 55—65 бочекъ—въ жидкое тѣсто, т. е. болѣе или менѣе густую, вязкую массу. Удѣльный вѣсъ густого тѣста 1,33—1,43. Вѣсъ 1 куб. саж. отъ 785—850 пуд. Пушенка, будучи смѣшана съ водою въ количествѣ 1—1,5 куб. саж. воды на 1 куб.

саж., также обращается въ густое тѣсто, а при 1,5—2,0 куб. саж. воды—въ жидкое. Показаныя здѣсь количества воды представляютъ собою крайніе предѣлы, дѣйствительная же потребность въ водѣ для обращенія извести въ тѣсто зависитъ отъ степени ея чистоты и въ каждомъ частномъ случаѣ должна быть опредѣляема непосредственнымъ опытомъ. Гашеніе извести въ тѣсто производится въ вырытыхъ въ землѣ ямахъ—*творилахъ*, обдѣланныхъ досками. Гашеніе извести прямо въ тѣсто, кромѣ экономичности, имѣетъ еще преимущество въ смыслѣ совершенства гашенія. Чѣмъ известь дольше остается въ состояніи тѣста, тѣмъ болѣе можно быть увѣреннымъ, что всѣ ея частицы погасились. Присутствіе въ известковомъ растворѣ комочковъ непогасившейся извести можетъ вредно вліять на кладку. Непогасившаяся своевременно известь можетъ продолжать гаситься уже въ кладкѣ или штукатуркѣ на счетъ влажности раствора или воздуха; а такъ какъ гашеніе извести сопряжено съ увеличеніемъ ея объема, то въ кладкѣ могутъ происходить движенія или выкрашиваніе раствора. Поэтому заблаговременное приготовленіе тѣста, иногда, напр., за годъ впередъ до его употребленія, является средствомъ полученія болѣе доброкачественнаго раствора. Известь, долго лежащая въ состояніи тѣста, называется *морянкою*. При такомъ храненіи извести, очевидно, должны быть приняты мѣры противъ возможности ея тверднѣнія, каковы, напр., покрытіе ея водою, засыпка тѣста толстымъ слоемъ песку и т. п.

Тѣсто съ очень большою примѣсью воды обращается въ бѣлую жидкость, называемую *известковымъ молокомъ или прискомъ*. Известь способна также растворяться въ водѣ и въ химическомъ смыслѣ, причемъ растворимость опредѣляется въ  $\frac{1}{800}$  для холодной и въ  $\frac{1}{1300}$  для горячей воды.

Известковое тѣсто, при свободномъ доступѣ къ нему воздуха, постепенно твердѣетъ.

Тверднѣніе тѣста сопровождается *усушкою* его, т. е. уменьшеніемъ объема и появленіемъ трещинъ.

Затвердѣвшее известковое тѣсто оказываетъ сравнительно малое сопротивление растягивающимъ и сжимающимъ усиліямъ, что указываетъ на то, что сила сдѣпленія частицъ извести между собою сравнительно не велика.

Известковое тѣсто, будучи приведено въ соприкосновеніе съ по-

верхностью камня, при своемъ затвердѣваніи сцѣпляется съ этою послѣднею, причѣмъ сила такого сцѣпленія больше силы сцѣпленія частиць извести между собою.

Этимъ свойствомъ извести воспользовались какъ средствомъ для увеличенія сопротивляемости затвердѣвающаго тѣста, а именно: къ послѣднему стали примѣшивать песокъ. Такія смѣси получили названіе *известковыхъ растворовъ*. Затвердѣвшій растворъ представляетъ собою искусственный песчанникъ, въ которомъ отдѣльныя зерна песку склеены известковымъ тѣстомъ. Твердѣніе известковаго раствора проходитъ безъ всякой усушки.

Количество песка и тѣста, нужныхъ для приготовленія раствора, опредѣляется на основаніи такихъ соображеній. Для того чтобы всѣ песчинки при любомъ ихъ взаимномъ расположеніи могли сцѣпиться между собою, необходимо чтобы всѣ онѣ по всей ихъ поверхности были облѣплены тѣстомъ. При неправильности формъ песчинокъ онѣ не могутъ совершенно плотно укладываться другъ къ другу, слѣдовательно, между ними неизбѣжно должны быть пустоты. Если количество тѣста, взятаго на приготовленіе раствора, достаточно только для облѣпленія песчинокъ, то пустоты между ними должны остаться незаполненными и растворъ послѣ его затвердѣнія долженъ оказаться пористымъ. Пористость какого-либо тѣла вообще нѣсколько уменьшаетъ его сопротивляемость сжимающимъ усиліямъ. Во избѣжаніе послѣдняго, количество тѣста слѣдуетъ опредѣлять съ такимъ расчетомъ, чтобы его хватило не только на облѣпленіе песчинокъ, но и на заполненіе всѣхъ пустотъ между ними. Количество пустотъ между песчинками легче поддается измѣренію \*), чѣмъ количество тѣста, нужнаго на облѣпленіе ихъ. Объемъ тѣста, нужнаго на заполненію пустотъ, вообще больше нужнаго на облѣпленіе, а потому объемъ пустотъ между песчинками принимается какъ минимумъ количества тѣста, нужнаго для образованія раствора.

Объемъ пустотъ зависитъ отъ степени крупности песка и равняется, въ среднемъ, отъ 30—40%. При болѣе крупномъ пескѣ объемъ

---

\*) Измѣреніе объема пустотъ производится такъ: Въ сосудъ опредѣленной емкости насыпаютъ песокъ, встряхиваютъ его, чтобы песокъ плотнѣе улегался, а затѣмъ наливаютъ воду въ такомъ количествѣ, чтобы она выступила на поверхности насыпаннаго песку. Объемъ влитой воды и укажетъ искомый объемъ пустотъ.

этотъ больше, а общая поверхность песчинокъ меньше, при мелкомъ пескѣ—наоборотъ. Песокъ мѣшанный, т. е. состоящій изъ крупнаго и мелкаго, даетъ наибольшую поверхность песчинокъ и наименьшій объемъ пустотъ, а потому является лучшимъ для известковыхъ растворовъ, такъ какъ при наименьшемъ количествѣ тѣста представляетъ наибольшую площадь сцѣпленія его съ пескомъ.

Количество песку, которое можно прибавить къ тѣсту, зависитъ отъ чистоты извести, слѣдовательно, находится въ связи съ ея расширяемостью при гашеніи. Такъ, известь можетъ принять:

4 объема песку, если 1 куб. саж. кипѣлки даетъ 3 куб. с. пушенки.

3 » » » 1 » » » » 2,5 » » »

2 » » » 1 » » » » 1,75 » » »

1 » » » 1 » » » » 1,15 » » »

0 » » » 1 » » » » 1,05 » » »

Объемъ раствора опредѣляется по суммѣ объемовъ тѣста и песку за вычетомъ около  $\frac{1}{3}$  объема песку, соответствующаго объему пустотъ. Во всякомъ случаѣ объемъ раствора не можетъ быть менѣе объема песку. Такъ, напримѣръ, если известь принимаетъ 2 объема песку, то:

1 куб. саж. тѣста + 2 куб. саж. песку —  $\frac{2}{3}$  куб. саж. пустотъ въ пескѣ = приблизительно: 2,33 куб. саж. раствора.

Для извести, принимающей 3 объема:

1 куб. саж. тѣста + 3 куб. саж. песку — 1 куб. саж. пустотъ = 3 куб. саж. раствора.

Для извести, принимающей 4 объема песку:

1 куб. саж. тѣста + 4 куб. саж. песку —  $1\frac{1}{3}$  куб. саж. пустотъ = 4 куб. саж. раствора.

Въ этомъ послѣднемъ случаѣ  $\frac{1}{3}$  куб. саж. пустотъ остается незаполненною.

Чѣмъ известь тоще, тѣмъ слабѣе ея внутреннее сцѣпленіе, а потому тѣмъ болѣе мелкій песокъ надо употреблять для раствора.

Пропорціи песку, а равно и его крупность, опредѣляются кромѣ того и иными соображеніями, рѣчь о которыхъ еще впереди.

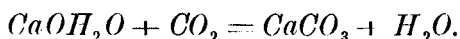
При твердѣннн известковаго раствора въ немъ происходятъ два процесса:

1) Процессъ физическій: испареніе воды (а равно и поглощеніе

ея камнемъ, если послѣдній гигроскопиченъ), вызывающее кристаллизацию и взаимное сближеніе кристалликовъ между собою и съ частицами песка. При этомъ песчинки и кристаллики извести вступаютъ въ сферу частичнаго притяженія, причемъ послѣдніе группируются около первыхъ, какъ центровъ. Правильность и успѣшность этого процесса обусловливается медленностью еѳо совершенія, а потому тѣ обстоятельства, которыя препятствуютъ скорому испаренію или всасыванію воды,—способствуютъ, а обстоятельства, ускоряющія испареніе или высыханіе,—вредятъ правильности процесса и тѣмъ ослабляютъ окончательную твердость раствора. Поэтому, напр., усиленное просушиваніе известковаго раствора оказывается для него вреднымъ.

Однако, желательная, въ смыслѣ прочности кладки, медленность ея просушки очень часто идетъ въ разрѣзъ съ коммерческими интересами. Такъ, напримѣръ, ради медленной просушки стѣнъ жилыхъ домовъ, необходимо откладывать по крайней мѣрѣ на 1 годъ начало пользованія ими, а слѣдовательно терять годовую сумму процентовъ на строительный капиталъ. Искусственная просушка каменныхъ стѣнъ, сложенныхъ на известковомъ растворѣ, собственно не должна идти далѣе припятія мѣрѣ противъ прекращенія естественнаго испаренія воды изъ раствора, а потому должна ограничиваться только постояннымъ провѣтриваніемъ стѣнъ. Мѣрами для замедленія испаренія и высыханія воды изъ раствора являются: употребленіе болѣе жидкаго или болѣе тощаго раствора, предварительное смачиваніе камня предъ его укладкою въ растворъ. Кромѣ медленности испаренія воды, обстоятельствомъ, способствующимъ достиженію возможно большей твердости раствора, является искусственное сближеніе частицъ путемъ механическаго давленія. Примѣнная искусственное уплотненіе раствора, оказывается возможнымъ прибавку песку довести до 9—14 объемовъ на одинъ объемъ тѣста и получить искусственный камень, достаточно крѣпкій и твердый. На примѣненіи искусственнаго уплотненія основано приготовленіе бетона Коанье.

2) Процессъ химическій заключается въ переходѣ гидрата окиси кальція въ нерастворимый углекислый кальцій на счетъ углекислоты воздуха, причемъ выдѣляется гидратная вода:



Процессъ этотъ начинается съ поверхности и весьма медленно проникаетъ во внутрь. Скорость этого процесса опредѣляется толщиною образующейся корочки углекислаго кальція, которая черезъ годъ послѣ начала тверднѣнія раствора не превышаетъ 1 — 2 мм. Образованіе перастворимой корочки, затрудняя доступъ воздуха внутрь раствора, почти прекращаетъ дальнѣйшій ходъ химическаго процесса, а затрудняя выходъ воды изъ раствора, вмѣстѣ съ тѣмъ замедляетъ и ея испареніе. Отсутствіе углекислоты и невозможность испаренія совершенно прекращаютъ процессъ тверднѣнія, поэтому, напримѣръ, тверднѣніе подъ водою такого раствора или внутри большихъ каменныхъ массивовъ совершенно невозможно. Въ водѣ растворъ постепенно выщелачивается, тѣсто обращается въ молоко или известь совершенно растворяется въ водѣ. Въ толщѣ кладки растворъ можетъ оставаться свѣжимъ въ теченіи столѣтій. Такъ, напр., при ремонтѣ Страсбургской крѣпости въ ней найденъ былъ вполнѣ свѣжій растворъ, пролежавшій въ кладкѣ свыше 150 лѣтъ.

О величинѣ сопротивленія разрыву известковаго раствора можно судить по слѣдующимъ даннымъ, приводимымъ Klasen'омъ \*).

| Составъ раствора.                  | Сопротивленіе раствора въ         |                         |
|------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
|                                    | Килограммахъ на 1 кв. сантиметръ. | Пудахъ на квадр. дюймъ. |
| Известь безъ примѣси песку . . .   | 2,15                              | 0,86                    |
| 1 ч. извести и 1 ч. мелкаго песку. | 2,40                              | 0,96                    |
| 1 " " 2 " " .                      | 2,90                              | 1,16                    |
| 1 " " 1 крупнаго песку .           | 2,10                              | 0,84                    |
| 1 " " 2 " " .                      | 1,95                              | 0,78                    |
| 1 " " 3 " " .                      | 1,75                              | 0,70                    |

Испытанія производились черезъ 61 день послѣ приготовленія образцовъ.

Сопротивленіе сжатію съ достаточною степенью точности можно принять въ 7—8 разъ большимъ, чѣмъ сопротивленіе разрыву.

Практически степень вяжущей силы раствора опредѣляется такъ: связываютъ растворомъ нѣсколько кирпичей, располагая ихъ плашмя

\*) *L. Klasen. Handbuch der Fundirungs-Methoden. § 73.*

одинъ надъ другимъ въ видѣ столбика, а затѣмъ черезъ нѣсколько дней поднимають такой столбикъ за верхній кирпичъ. Если черезъ три дня просушки растворъ держитъ 9 кирпичей, то онъ признается хорошимъ, если держитъ менѣе 6—плохимъ. Въ послѣднемъ случаѣ надо испробовать иную пропорцію составныхъ частей.

**Вязущія вещества гидравлическихъ растворовъ.** Свойство гидравличности или способность химически сложнаго тѣла, приведеннаго въ состояніе мелкаго порошка, твердѣть въ присутствіи воды обусловливается образованіемъ новаго, нерастворимаго въ водѣ химическаго соединенія изъ элементовъ, входящихъ въ составъ разсматриваемаго тѣла.

Въ составъ вязущихъ веществъ гидравлическихъ строительныхъ растворовъ входятъ: известь, кремнеземъ, глиноземъ, магнезія, окись желѣза и щелочи. Главную роль въ процессѣ твердѣнія играютъ известь и кремнеземъ.

Кремнеземъ встрѣчается въ природѣ или въ соединеніи со щелочами и металлическими окислами, или въ отдѣльности; въ послѣднемъ случаѣ онъ можетъ быть или въ кристаллическомъ видѣ, безводномъ и нерастворимомъ кислотами, или въ аморфномъ, растворимомъ кислотами и содержащемъ въ себѣ воду. Иногда кремнеземъ встрѣчается въ одномъ и томъ же тѣлѣ въ различныхъ видахъ одновременно. Переходъ кристаллическаго кремнезема въ аморфное состояніе возможенъ только при весьма сильномъ накачиваніи (въ пламени гремучаго газа). При прокачиваніи кристаллическаго кремнезема или его соединеній вмѣстѣ со щелочами или известью при сравнительно невысокой температурѣ онъ довольно легко переходитъ въ аморфный.

Аморфный кремнеземъ при обыкновенной температурѣ, въ присутствіи воды, постепенно вступаетъ въ соединеніе съ гидратомъ извести, образуя *нерастворимую въ водѣ водную кремнеземную известь*.

Кристаллическій кремнеземъ при обыкновенной температурѣ въ соединеніе съ известью не вступаетъ. Кристаллическій кремнеземъ, взятый въ отдѣльности или въ соединеніяхъ съ другими тѣлами, при прокачиваніи при очень высокой температурѣ (но не до сплавленія), вступаетъ сухимъ путемъ въ соединеніе съ ѣдкой известью,

образуя *безводную кремнеземную известь*, которая, въ присутствіи воды, при обыкновенной температурѣ обращается въ *водную, нерастворимую въ воду*. Поэтому, присоединеніе къ извести чистаго аморфнаго кремнезема или какого-либо сложнаго химическаго тѣла, содержащаго въ себѣ свободный аморфный кремнеземъ, должно придавать извести гидравлическія свойства, т. е. способность твердѣть въ присутствіи воды.

Степень гидравличности извести, очевидно, должна зависѣть отъ относительнаго количества добавленаго кремнезема и наилучшій результатъ твердѣнія долженъ имѣть мѣсто въ томъ случаѣ, когда количество кремнезема достаточно для обращенія всего количества извести въ безводную кремнеземную.

*Цемянки.* Способность извести дѣлаться гидравлическою отъ прибавленія къ ней нѣкоторыхъ веществъ была извѣстна еще римлянамъ, и до насъ дошли нѣкоторые остатки ихъ гидротехническихъ сооруженій, возведенныхъ на гидравлическомъ известковомъ растворѣ. Веществомъ, служившимъ для приданія извести гидравлическихъ свойствъ, была *пуццолана*—порошокъ изъ туфа вулканическаго происхожденія, добывавшагося у города Пуццоли, близъ Неаполя. Кромѣ этого мѣсторожденія, подобныя же туфы находятся и въ другихъ мѣстностяхъ Италіи. Способность пуццоланы придавать извести гидравлическія свойства объясняется присутствіемъ въ ней болѣе или менѣе значительнаго количества кремнезема. По анализамъ пуццоланъ, въ нихъ находится до 45% кремнезема, частью аморфнаго, частью кристаллическаго и въ соединеніяхъ. Такъ какъ воднымъ путемъ кремнеземная известь образуется только на счетъ кремнезема аморфнаго, то, очевидно, большая или меньшая степень гидравличности пуццоланъ зависитъ отъ относительнаго количества содержащагося въ нихъ кремнезема аморфнаго и не аморфнаго. До конца XVII вѣка итальянскія пуццоланы были единственнымъ извѣстнымъ матеріаломъ, способнымъ придавать извести гидравлическія свойства; но съ этихъ поръ обнаруживаются и другіе. Такъ, въ Голландіи въ 1682 году найденъ подобный матеріалъ, извѣстный теперь подъ названіемъ *трасса*, а затѣмъ стала входить въ употребленіе *Санторинская земля* съ одного изъ острововъ Греческаго архипелага. Пуццоланы, трассъ и санторинская земля, какъ матеріалы для обращенія воздушной извести въ гидравлическую, получили общее названіе *цемянокъ* или *гидравлическихъ прибавокъ*.



Какъ составъ, такъ и качество цемяпокъ весьма разнообразны. Количество цемянокъ, добавляемыхъ къ извести, зависитъ, съ одной стороны, отъ ихъ качества, собственно отъ количества находящагося въ нихъ аморфнаго кремнезема, а во вторыхъ — отъ качества самой извести. Чѣмъ богаче цемяка аморфнымъ кремнеземомъ, тѣмъ большее количество извести она можетъ принять; чѣмъ жирнѣе известь, тѣмъ меньшаго ея количества достаточно для образованія гидравлическаго раствора. Такъ какъ гидравличность цемянокъ зависитъ исключительно отъ аморфнаго кремнезема, то всѣ остальные составныя ея части играютъ въ известковомъ растворѣ роль простого песка. Поэтому, въ зависимости отъ жирности извести и энергичности цемянки, составъ раствора можетъ быть различенъ: въ однихъ случаяхъ къ нему можетъ быть прибавляемъ песокъ, въ другихъ — приходится обходиться безъ песка. Независимо отъ качествъ извести и цемянки, составъ цемяночнаго раствора обуславливается также и его назначеніемъ; такъ, напримѣръ, растворъ, употребляемый для приготовления бетона, погружаемаго въ воду, долженъ содержать въ себѣ болѣе цемянки, нежели назначаемый для воздушной кладки или штукатурки. По Витрувію, Римляне для бетонныхъ массивовъ приготовляли растворъ изъ двухъ объемовъ пуццоланы и одного объема гашеной извести. При работахъ Одесскаго порта растворъ приготовлялся изъ 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> объемовъ пуццоланы на 1 объемъ гашеной извести; въ Кронштадтѣ—изъ 3 объемовъ пуццоланы на 1 объемъ гашеной извести. Для воздушной кладки оказывается удовлетворительнымъ растворомъ въ пропорціи 1 на 1, а для штукатурки въ пропорціи 1,6 на 1.

Трассовый растворъ готовится также въ различныхъ пропорціяхъ, какъ, напримѣръ, быстро-твердѣющей:

Изъ 1 части известковаго тѣста

и 2 » трасса.

Для бетонныхъ массивовъ:

Изъ 1 части извести

1 » трасса

и 1 » песку

Тоже, при очень хорошей извести:

Изъ 4 частей извести

3 » трасса

и 5 » песку.

Растворы изъ санторинской земли употреблялись слѣдующіе:

Въ Триестѣ, для подводныхъ работъ:

Изъ 6 частей санторинской земли

2 » гашеной извести

и 1 » песку.

Въ Керчи, для воздушной кладки:

на одну куб. саж. бутовой кладки брали:

0,25 куб. саж. санторинской земли

0,16 » » негашеной извести

0,125 » » песку.

На 1000 кирпичей:

0,08 санторинской земли

0,05 негашеной извести

0,04 песку.

Кромѣ естественныхъ пуццоланъ Римляне, по свидѣтельству Витрувія, употребляли и искусственную—толченый кирпичъ. Гидравличность кирпича основывается также на присутствіи въ немъ кремнезема, переходящаго при неособенно высокой температурѣ обжига глины въ аморфное состояніе.

Употребленіе такой искусственной цемянки встрѣчалось еще въ недавнее время, причемъ матеріаломъ для ея изготовленія рекомендовался строевой кирпичъ, битая черепица, горшки и т. п. Однако, гидравлическія свойства подобной цемянки носятъ совершенно случайный характеръ, и она зачастую не приноситъ никакой пользы и только замѣняетъ собою песокъ. Въ настоящее время въ качествѣ цемянокъ начинаютъ употреблять шлаки изъ доменныхъ печей.

Въ началѣ нашего столѣтія было обращено особое вниманіе на приготовленіе искусственныхъ цемянокъ изъ глины и этимъ вопросомъ очень много занимался извѣстный французскій инженеръ Вика. Онъ между прочимъ установилъ тотъ фактъ, что наилучшая искусственная цемянка получается изъ сравнительно чистой глины, обожженной при температурѣ отъ 700 до 800° Ц. (нормальный обжигъ, по терминологіи Вика). При болѣе же высокой температурѣ обжига глина теряетъ свойства цемянки; если глина содержитъ углекислую известь, обжигъ долженъ быть произведенъ при болѣе высокой температурѣ и болѣе продолжительное время. Однако, приготовленіе искусственныхъ цемянокъ не вошло въ употребленіе.

*Гидравлическія извести.* Иногда углекислый известнякъ, употребляемый для обжига извести, содержитъ уже въ себѣ готовый аморфный кремнеземъ; такъ, напримѣръ, въ Сенамисскомъ известнякѣ находится 17% такого кремнезема. Очевидно, обожженная изъ такого известняка известь должна обладать гидравлическими свойствами.

Подобными же гидравлическими свойствами обладаетъ известь, обожженная изъ известняка, содержащаго кристаллическій кремнеземъ, напримѣръ, въ видѣ кварцеваго песка, если путемъ соответственнаго обжига, болѣе или менѣе умѣреннаго, но довольно продолжительнаго, кристаллическій кремнеземъ отъ прокаливанія его съ известью будетъ превращенъ въ аморфное состояніе. Въ обоихъ этихъ случаяхъ обожженный продуктъ будетъ содержать значительное количество свободной ѣдкой извести, которая, соединяясь съ водою, будетъ гаситься, распадаться въ порошокъ и увеличиваться въ объемѣ. Если подобный известнякъ обжигать при очень высокой температурѣ, то кремнеземъ сухимъ путемъ соединится съ частью извести. При гашеніи такой извести въ ней окажутся зерна безводной кремнеземной извести, негасящейся и не распадающейся въ порошокъ; вслѣдствіе же отсутствія свободного аморфнаго кремнезема, остальная часть свободной извести не пріобрѣтетъ гидравлическихъ свойствъ. Если зерна безводной кремнеземной извести измельчить искусственно, то полученный порошокъ будетъ обладать способностью весьма быстро твердѣть подъ водою, причѣмъ это твердѣніе будетъ происходить вслѣдствіе перехода готовой безводной кремнеземной извести въ водную, нерастворимую въ водѣ. Известняковъ, содержащихъ въ себѣ одинъ только кремнеземъ, встрѣчается очень мало, а потому для обжига гидравлической извести приходится пользоваться такими известняками, въ которыхъ кремнеземъ находится въ соединеніи съ глиноземомъ и металлическими окислами и щелочами, т. е. известняками, содержащими въ себѣ глину. Гидравлическія свойства тощей глинистой извести были впервые замѣчены рабочими Эдистонскаго маяка, которые и указали на нихъ его строителю Смитону; но только черезъ 70 лѣтъ инженеръ Вика безспорно доказалъ, что гидравлическость такихъ известняковъ обуславливается исключительно присутствіемъ въ нихъ глины, приготовивъ искусственный глинистый известнякъ и

получивъ послѣ его обжига гидравлическую известь. Чистая глина содержитъ въ себѣ приблизительно до  $\frac{1}{3}$  глинозема и  $\frac{2}{3}$  кремнезема; въ обыкновенныхъ же глинахъ часть глинозема бываетъ замѣнена известью, магнезією, окислами желѣза и щелочами, при этомъ известь дѣлается болѣе легкоплавкою и тѣмъ легче ея кремнеземъ переходитъ въ аморфное состояніе.

Известняки, содержащіе не свыше 10% постороннихъ примѣсей, хотя бы и глинистыхъ, даютъ, какъ намъ извѣстно, жирную известь, не обладающую гидравлическими свойствами. Съ увеличеніемъ процентнаго отношенія глины известь пріобрѣтаетъ гидравлическія свойства, но вмѣстѣ съ тѣмъ дѣлается тощею, менѣе увеличивается въ объемѣ при гашеніи и самое гашеніе происходитъ менѣе энергично.

Известняки, дающіе гидравлическую известь, называются *мергелями*. По степени гидравличности мергели дѣлятся на три категоріи:

- 1) Мергели, содержащіе отъ 10% до 15% глины, даютъ слабую гидравлическую известь.
- 2) » содержащіе отъ 15% до 20% глины, даютъ среднюю гидравлическую известь.
- 3) » содержащіе отъ 20% до 25% глины, даютъ сильную гидравлическую известь.

Эта классификація принадлежитъ Вика. Степень гидравличности извести выражается какъ въ скорости ея затвердѣванія, такъ и въ величинѣ достигаемой твердости.

Растворъ изъ слабой гидравлической извести начинаетъ твердѣть по прошествіи 15—20 дней и черезъ годъ пріобрѣтаетъ твердость сухого мыла.

Растворъ изъ средней гидравлической извести начинаетъ твердѣть черезъ 8 или 10 дней и по прошествіи 10 мѣсяцевъ пріобрѣтаетъ твердость мягкаго камня.

Растворъ изъ сильной гидравлической извести начинаетъ твердѣть черезъ 2—4 дня и черезъ  $\frac{1}{2}$  года пріобрѣтаетъ твердость известняка.

Такъ какъ гидравлическія свойства извести зависятъ собственно отъ отношенія  $SiO_2 : CaO$ , а не  $SiO_2 : CaCO_3$ , то, не дожидая известнякъ, т. е. оставляя въ немъ часть  $CaCO_3$  неразложившеюся,

мы можемъ увеличить отношеніе  $SiO_2$  къ  $CaO$  и тѣмъ увеличить гидравлическія свойства извести; остающаяся часть не обожженной  $CaCO_3$  можетъ быть или удалена просѣиваніемъ, или въ измельченномъ видѣ оставлена въ качествѣ песка. Однако, результатъ подобнаго обжига будетъ носить случайный характеръ.

Мергель, содержащій 25% глины, и обожженный только до полнаго удаленія углекислоты, даетъ продуктъ плохо гасящійся, ввиду относительно малаго количества ѣдкой извести, и мало увеличивающійся при этомъ въ объемѣ. Вслѣдствіе же значительнаго относительнаго содержанія аморфнаго кремнезема, весь гидратъ извести можетъ вступать съ нимъ въ соединеніе, и твердѣніе тѣста происходитъ наиболѣе энергично. Сущность же процесса твердѣнія въ этомъ случаѣ остается та же, что и при твердѣніи пуццолановыхъ растворовъ, т. е. *соединеніе свободного аморфнаго кремнезема съ гидратомъ извести мокрымъ путемъ*, почему этотъ процессъ твердѣнія гидравлической извести называютъ *пуццоланискимъ*. Если тотъ же мергель подвергать обжигу болѣе продолжительное время и увеличить его температуру, известь постепенно начинаетъ соединяться съ кремнеземомъ *сухимъ путемъ*. Пока въ продуктѣ обжига будетъ оставаться свободная известь, онъ все еще хотя и слабо, но будетъ гаситься. Процессъ же твердѣнія будетъ носить главнымъ образомъ пуццоланическій характеръ. Продолжая и усиливая обжигъ далѣе, можно достигнуть полнаго поглощенія ѣдкой извести, причемъ большая ея часть вступить въ соединеніе съ кремнеземомъ, образуя силикатъ приблизительно такого вида:  $SiO_2, 2CaO$ , а меньшая—съ глиноземомъ, образуя аллюминатъ вида  $AlO_3, 3CaO$ .

При такихъ условіяхъ обожженный продуктъ *совершенно не гасится*, вслѣдствіе полнаго отсутствія свободной ѣдкой извести, но, будучи измельченъ и затворенъ съ водою, образуетъ тѣсто, весьма быстро твердѣющее въ присутствіи воды. Въ этомъ случаѣ *процессъ твердѣнія заключается въ гидратации*, т. е. въ переходѣ безводныхъ силикатовъ  $SiO_2, 2CaO$  и  $Al_2O_3, 3CaO$ —въ водные:  $SiO_2, 2CaO + 6HO$  и  $Al_2O_3, 3CaO + 6HO$ , нерастворимые въ водѣ, а потому и твердѣющіе въ ней.

*Романскіе цементы.* Мергель, обожженный до полнаго поглощенія извести кремнеземомъ и глиноземомъ, негасящійся, но, будучи

измельченъ искусственно, твердѣющій въ присутствіи воды, называется *цементомъ*. Обыкновенно для обжига цементовъ употребляется мергель съ содержаніемъ глины до 25—40%, причемъ съ увеличеніемъ содержанія глины обжигъ можетъ быть слабѣе.

Цементы, обжигаемые изъ мергеля, называются *романскими*. Названіе это дано имъ Паркеромъ, случайно ихъ открывшимъ въ 1796 году, ввиду сходства ихъ цвѣта съ римскими пуццолановыми растворами.

Выше мы видѣли, что мергель, содержащій около 25% глины, можетъ быть обожженъ на гидравлическую известь или цементъ, смотря по характеру обжига. Ввиду того что, при обжигѣ мергеля въ большихъ количествахъ, весьма трудно достигнуть полной равномерности температуры въ различныхъ частяхъ печи и даже въ различныхъ частяхъ отдѣльныхъ кусковъ камня, вслѣдствіе дурной ихъ теплопроводимости, качества обожженного продукта не могутъ быть одинаковы. Въ однихъ кускахъ, болѣе обожженныхъ, кремнеземъ вступаетъ сухимъ путемъ въ соединеніе съ известью, въ другихъ—только переходить въ аморфное состояніе. Поэтому часть обожженного камня будетъ гаситься, другая—нѣтъ. Если непогасившуюся часть измельчить и затворить вмѣстѣ съ погасившеюся, то при твердѣніи раствора будутъ происходить два процесса—медленное образованіе водной кремнеземной извести и болѣе быстрая гидратация готовой уже кремнеземной извести. Оба процесса будутъ до нѣкоторой степени мѣшать одинъ другому, что должно отразиться на окончательной твердости раствора. Если при этомъ обратить еще вниманіе на крайнее разнообразіе состава мергелей, то станетъ понятнымъ возможность существованія крайне разнообразныхъ романскихъ цементовъ.

При достаточной температурѣ известь соединяется не съ однимъ только кремнеземомъ, но и съ глиноземомъ. Глиноземная известь, подобно кремнеземной, также переходитъ въ водную, твердѣющую въ водѣ, и принимаетъ такимъ образомъ непосредственное участіе въ твердѣніи. Кромѣ глинозема въ глинѣ встрѣчаются магнезія, окислы желѣза и щелочи. Магнезія  $MgO$ , соединяясь съ водою, даетъ нерастворимый въ водѣ гидратъ, слѣдовательно, обладаетъ самостоятельными гидравлическими свойствами. По отношенію къ кремнезему магнезія аналогична съ известью: при высокой темпе-

ратурѣ обжига она соединяется съ кремнеземомъ сухимъ путемъ, образуя безводную кремнеземную магнезію, переходящую въ водную, нерастворимую въ водѣ. При той температурѣ, при которой обжигаются романскіе цементы, магнезія, однако, еще не вступаетъ въ соединеніе съ кремнеземомъ, а потому въ твердѣніи растворовъ изъ романскихъ цементовъ играетъ самостоятельную роль. Въ нѣкоторыхъ романскихъ цементахъ количество магнезіи доходитъ до 20—25% и растворы изъ такихъ цементовъ обладаютъ прекрасными гидравлическими качествами.

*Портландскіе цементы.* Случайность состава романскихъ цементовъ и связаная съ нею нѣкоторая неопредѣленность гидравлическихъ свойствъ обожженаго продукта были побудительною причиною ряда попытокъ приготовить цементъ искусственнымъ путемъ. Первый удачный опытъ въ этомъ направленіи былъ сдѣланъ Юсифомъ Асидиномъ въ Англіи въ 1824 г. Онъ изготовилъ искусственный мергель, который послѣ обжига и измельченія далъ прекрасный цементъ, названный имъ *портландскимъ*, ввиду сходства его цвѣта съ весьма употребительнымъ въ Англіи портландскимъ камнемъ. Съ тѣхъ поръ приготовленіе искусственнаго цемента стало весьма быстро распространяться и его фабрикація дошла въ настоящее время до значительной степени совершенства. Въ настоящее время названіе портландскихъ цементовъ присвоено всѣмъ искусственнымъ цементамъ\*). При обжигѣ портландъ-цементовъ стремятся образовать кремнеземное и глиноземное соединеніе извести сухимъ путемъ. Для этого пользуются глиною и мягкимъ известнякомъ (мѣломъ) или гашеною известью, которые приводятъ въ возможно-однообразную смѣсь. Но такъ какъ при искусственномъ смѣшеніи глины и извести нельзя получить такого близкаго ихъ соединенія, какое бываетъ въ природныхъ мергеляхъ, то приходится увеличивать температуру обжига до 1200°. При такой высокой температурѣ въ мергель могутъ происходить болѣе сложныя химическія реакціи, а равно и процессъ твердѣнія готоваго цемента можетъ являться также болѣе сложнымъ. Въ настоящее время вопросъ объ истинномъ видѣ этихъ реакцій и процессовъ остается еще да-

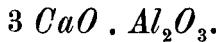
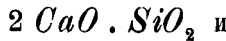
---

\*) Новороссійскій цементъ, обжигаемый изъ естественныхъ мергелей, но обладающій свойствами хорошихъ портландскихъ, называется *естественнымъ портландъ-цементомъ*.

леко невыясненнымъ, но это не мѣшаетъ практическому выполнению прекрасныхъ цементовъ. Анализы цементовъ показываютъ, что лучшія ихъ гидравлическія свойства соотвѣтствуютъ слѣдующимъ соотношеніямъ извести къ кремнезему и глинозему:

|                            |                          |                                                                                              |
|----------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 160 эквивалентовъ $CaO$ на | 80 эквивалентовъ $SiO_2$ |                                                                                              |
| 45—75           »          | $CaO$ »                  | 15—25           »                                                                            |
| или всего:                 |                          | $Al_2O_3$                                                                                    |
| (205—235)       »          | $CaO$ »                  | $\left\{ \begin{array}{l} 80 \\ 15—25 \end{array} \right.$ »   »<br>$SiO_2$ и<br>$Al_2O_3$ . |

Эти количества приблизительно соотвѣтствуютъ формуламъ:



Средній составъ порландскаго цемента приблизительно такой:

| Часть, растворимая въ соляной кислотѣ. | Часть, нерастворимая въ соляной кислотѣ.   |
|----------------------------------------|--------------------------------------------|
| Извести ( $CaO$ ) . 55%—64 %           | Кремнезема ( $SiO_2$ ) . . 20 % — 24 %     |
| Магнезіи ( $MgO$ ) . 0 — 2,25          | Глинозема ( $Al_2O_3$ ) . . 5,25 — 9,40    |
| Щелочей . . . . . 1 — 2,90             | Гипса ( $CaSO_4$ ) 1,10 — 3,20             |
|                                        | Окиси желѣза ( $Fe_2O_3$ ) . . 0,45 — 6,14 |

Вообще, отношеніе растворимой части къ нерастворимой или такъ называемый гидравлическій модуль цемента или коэффициентъ гидравличности:

$$K = \frac{CaO + MgO + \text{щелочи}}{SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3}$$

приблизительно равенъ 1,8—2,2, хотя встрѣчаются цементы, обладающіе прекрасными качествами, имѣющіе иное соотношеніе составныхъ частей, причемъ  $K$  больше 2,2 и, наоборотъ, могутъ быть цементы, имѣющіе своимъ коэффициентомъ гидравличности величину = 1,8—2,2, но обладающіе дурными качествами. Дѣйстви-тельно, данную величину коэффициента гидравличности можно по-



лучить при различныхъ соотношеніяхъ между слагаемыми числителя и знаменателя этой дроби и между такими соотношеніями могутъ быть и крайне неудовлетворительныя. Такъ, напр., извѣстно, что цементы съ большимъ содержаніемъ магнезій даютъ растворъ, расширяющійся послѣ твердѣнія. Такое расширение раствора можетъ вредно вліять на кладку, производя въ немъ движеніе. Гипсъ, прибавленный къ изготовленному цементу, дѣлаетъ его болѣе медленно схватывающимся, но только при количествѣ его не превосходящемъ  $1\frac{1}{2}\%$ . При большемъ количествѣ гипса цементъ твердѣетъ очень плохо. Вліяніе желѣза и щелочей недостаточно еще выяснено. Ввиду этого въ настоящее время, независимо отъ опредѣленія предѣловъ колебанія величины коэффиціента гидравличности, опредѣляютъ еще предѣлы процентнаго содержанія: магнезій — не свыше  $3\%$  и сѣрной кислоты (дающей съ известью гипсъ) — на свыше  $2\%$ . Отъ относительнаго количества извести къ кремнезему и глинозему зависитъ скорость затвердѣванія или, правильнѣе, *начало затвердѣванія* или такъ называемаго *схватыванія*. Очень быстро схватывающійся цементъ представляетъ нѣкоторыя неудобства при работѣ, а потому предпочитаютъ цементы медленно схватывающіеся.

Для медленности схватыванія цемента необходимо, чтобы отношеніе ( $SiO_2 + Al_2O_3$ ):  $CaO$  было приблизительно равно отношенію 100:235. При большемъ отношеніи цементъ дѣлается быстро схватывающимся, а при отношеніи 100:200 твердѣніе цемента идетъ неправильно и растворъ изъ него легко распадается. Медленно схватывающимся цементомъ признается такой, который начинаетъ схватываться не ранѣе  $\frac{1}{4}$  часа со времени затворенія его водою, а окончательно затвердѣваетъ черезъ 1—12 часовъ.

Быстро-схватывающіеся цементы въ началѣ твердѣютъ довольно быстро, но черезъ болѣе или менѣе значительный промежутокъ времени уступаютъ въ твердости медленно-твердѣющимъ.

**Цементные растворы.** Романскій и портландскій цементы, будучи затворены съ водою, образуютъ весьма пластичное тѣсто, которое, оставаясь на воздухѣ или подъ водою, постепенно твердѣетъ.

Цементное тѣсто, будучи приведено въ соприкосновеніе съ поверхностью камня, при своемъ твердѣніи схватывается съ нею, причемъ сила этого сдѣлешія, вообще, нѣсколько менѣе силы сдѣлешія

частиць цемента между собою. Вслѣдствіе этого примѣсь песку къ цементному тѣсту ослабляетъ сопротивляемость послѣдняго дѣйствию растягивающихъ и сжимающихъ усилій. Однако, не смотря на это, въ строительной практикѣ пользуются преимущественно растворами, т. е. смѣсями цементнаго тѣста съ пескомъ. Примѣсь песку къ цементу дѣлается исключительно съ цѣлью удешевленія раствора. Количество песку, примѣшиваемаго къ тѣсту для образованія цементнаго раствора, обыкновенно выражаютъ въ объемахъ цементнаго тѣста.

Такъ, для раствора изъ Романскаго цемента, на одинъ объемъ цемента прибавляютъ 1, 1½, 2, 2½ и до 3 объемовъ песку, а на одинъ объемъ цемента Портландскаго прибавляютъ 1 — 4 объемовъ песку.

О степени пониженія сопротивляемости цементныхъ растворовъ, въ зависимости отъ количества примѣшаннаго песку, можно судить по нижеслѣдующимъ цифрамъ\*.

**Сопротивленіе разрыву въ килограммахъ на квадрат. сантиметрахъ.**

| Родъ<br>цемента. | На 1 часть цемента прибавлено частей песку: |      |      |      |      |     |     |     |     |     |     |
|------------------|---------------------------------------------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                  | 0                                           | 1    | 2    | 3    | 4    | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  |
| Романскій        | 10,0                                        | 10,0 | 8,0  | 6,5  | 5,6  | 4,7 | 4,0 | 3,0 | 2,5 | 1,8 | —   |
| Портландскій.    | 20,0                                        | 20,0 | 14,0 | 11,5 | 10,0 | 9,0 | 8,2 | 7,5 | 7,0 | 6,5 | 6,0 |

Только что схватившійся или затвердѣвшій растворъ обладаетъ сравнительно малымъ сопротивленіемъ, но сопротивленіе это съ теченіемъ времени постепенно возрастаетъ, въ чемъ и можно убѣдиться по слѣдующимъ цифрамъ\*\*).

\*) Debauxe. „Procedes et materiaux de construction“.

\*\*) К. Ferret. „Etude Speciale des materiaux d'agregation des maçonneries“.

Сопротивленіе въ килограммахъ на квадр. сантиметръ растворовъ  
изъ 1 части цемента и 3 частей песку.

| Продолжительность<br>твердѣнія.                    |                   | Разрывъ. |           | Сжатіе.  |           |
|----------------------------------------------------|-------------------|----------|-----------|----------|-----------|
|                                                    |                   | Романск. | Портланд. | Романск. | Портланд. |
| Затвореніе въ прѣсной водѣ и твердѣніе на воздухѣ: | 4 недѣли . . . .  | 7,3      | 9,6       | —        | —         |
|                                                    | 12 недѣль . . . . | 10,2     | 12,8      | 45       | 48        |
|                                                    | 26 недѣль . . . . | 11,6     | 15,3      | —        | —         |
|                                                    | 1 годъ . . . . .  | 16,1     | 19,2      | —        | —         |
|                                                    | 2 года . . . . .  | 16,9     | 18,1      | 74       | 64        |
|                                                    | 4 года . . . . .  | 16,7     | 22,8      | —        | —         |
|                                                    | 6 лѣтъ . . . . .  | 19,8     | 24,5      | 93       | 88        |
| Затвореніе и твердѣніе въ прѣсной водѣ:            | 4 недѣли . . . .  | 5,8      | 9,1       | —        | —         |
|                                                    | 12 недѣль . . . . | 8,1      | 12,1      | 35       | 45        |
|                                                    | 26 недѣль . . . . | 12,0     | 13,6      | —        | —         |
|                                                    | 1 годъ . . . . .  | 15,1     | 17,2      | 65       | 76        |
|                                                    | 2 года . . . . .  | 15,8     | 20,7      | —        | —         |
|                                                    | 4 года . . . . .  | 17,5     | 23,6      | —        | —         |
|                                                    | 6 лѣтъ . . . . .  | 18,3     | 24,6      | 92       | 121       |
| Затвореніе и твердѣніе въ морской водѣ:            | 4 недѣли . . . .  | 7,4      | 9,3       | —        | —         |
|                                                    | 12 недѣль . . . . | 13,5     | 12,3      | 36       | 58        |
|                                                    | 26 недѣль . . . . | 17,3     | 15,4      | —        | —         |
|                                                    | 1 годъ . . . . .  | 18,9     | 19,5      | 54       | 72        |
|                                                    | 2 года . . . . .  | 20,7     | 21,8      | —        | —         |
|                                                    | 4 года . . . . .  | 21,6     | 24,5      | —        | —         |
|                                                    | 6 лѣтъ . . . . .  | 24,5     | 25,3      | 87       | 129       |

Сопротивляемость цементныхъ растворовъ зависитъ не отъ одной только пропорціи составныхъ частей, но и отъ качествъ воды и песка, каковы: степень его крупности, однородность этой крупности, форма песчинокъ, видъ ихъ поверхности и т. д. Весьма интересныя изслѣдованія въ этомъ направленіи произведены были въ Механической Лобораторіи Инст. Инж. Путей Сообщенія \*).

\*) Сборникъ Института, выпускъ XXXV.

Къ цементнымъ растворамъ кромѣ медленности схватыванія и большой сопротивляемости механическимъ усиліямъ предъявляется еще требованіе сохраненія постоянства объема.

Цементъ, необладающій этимъ качествомъ, признается негоднымъ, такъ какъ измѣненіе объема послѣ затвердѣнія влечетъ за собою появленіе трещинъ, коробленіе и полное разрушеніе каменной кладки.

Ввиду того серьезнаго значенія, какое имѣютъ цементы въ прочности каменной кладки, въ настоящее время выработана цѣлая система ихъ испытаній.

**Сложные строительные растворы.** Подъ этимъ названіемъ извѣстны растворы такого состава:

1) Растворъ изъ воздушной извести и гипса.

2) Растворъ изъ воздушной извести и цемента, романскаго или портландскаго.

3) Растворъ изъ смѣси романскаго цемента съ портландскимъ.

*Растворъ изъ воздушной извести и гипса* употребляется исключительно для штукатурки деревянныхъ стѣнъ. Цѣль прибавленія гипса заключается въ ускореніи схватыванія раствора.

*Растворъ изъ воздушной извести и цемента* употребляется для воздушной кладки и штукатурки. Цѣль прибавленія цемента—ускореніе схватыванія и увеличеніе сопротивляемости раствора.

Объемъ песку рассчитывается по суммамъ его объемовъ, подлежащихъ прибавленію къ цементу и извести въ отдѣльности, напр.

$$\begin{array}{r} 1 \text{ часть цемента} + 3 \text{ части песку} + \\ - 1 - 2 \text{ части извести} + 6 \text{ частей песку} = \end{array}$$

---

1 часть цементу + 2 части извести + 9 частей песку.

Въ употребленіи смѣшанныхъ известково-цементныхъ растворовъ нѣкоторое время усматривали противорѣчіе теоріи твердѣнія растворовъ, опасались, что твердѣніе одной составной части должно вредно отражаться на твердѣніи другой. Однако, опытъ показываетъ, что прибавленіе цемента къ извести значительно улучшаетъ качество раствора, что видно, напр., изъ такого примѣра: растворъ изъ 1 части цемента, 5 частей извести и 15 частей песку по истеченіи четырехъ недѣль послѣ затвердѣнія пріобрѣлъ большую твердость, чѣмъ растворъ изъ одной только извести, послѣ 200-лѣтняго существованія.

Въ послѣднее время взгляды строителей стали измѣняться, и теперь не только не усматриваютъ вреда въ смѣшеніи цемента съ известью, но даже рекомендуютъ растворы цементные затворять не на водѣ, а на известковомъ молокѣ, такъ какъ при этомъ достигается бѣльшая ихъ сопротивляемость.

*Растворы изъ смѣси Романскаго и Портландскаго цементовъ.* Портландскіе цементы значительно лучше романскихъ, по дорожке ихъ, а потому смѣшеніе цементовъ является средствомъ удешевленія раствора.

Во многихъ случаяхъ растворы изъ портландскаго цемента оказываютъ сопротивленіе, превышающее требуемое по роду кладки или по назначенію сооруженія. Употребленіе же слишкомъ тощихъ растворовъ, напр. на 1 объемъ цемента 4—5 объемовъ песку, не желательно, такъ какъ такой растворъ обладаетъ малою пластичностью. Вотъ въ этихъ-то случаяхъ иногда и пользуются смѣшаннымъ растворомъ такого состава:

(0,5 части портл. цем. + 0,5 части ром. цем.) + 3 части песку  
или

(0,6 части порт. цем. + 0,4 ром. цем.) + 3 части песку.

Смѣшанный растворъ обладаетъ сопротивленіемъ, среднимъ между сопротивленіями одного портландскаго и одного романскаго. Не уступая сопротивляемости портландскаго раствора съ пескомъ въ пропорціи 1:4, смѣшанный растворъ съ 3 частями песку превосходитъ цементный въ отношеніи пластичности.

*Песчаный цементъ и растворы изъ него.* Если для сдѣлания между собою отдѣльныхъ камней въ кладкѣ довольствуются не чистымъ цементомъ, а растворомъ, т. е. смѣсью чистаго цемента съ пескомъ, то спрашивается—зачѣмъ же для сдѣлания песчинокъ пользоваться чистымъ цементомъ, а не растворомъ же, но конечно болѣе тонкимъ, такимъ, который бы могъ заполнить всѣ пустоты между ними. До сихъ поръ для сдѣлания песчинокъ въ растворѣ пользовались чистымъ цементомъ потому, что только частицы цемента были настолько мелки, что могли облѣплять песчинки и заполнять промежутки между ними. Если же приготовить соответственный песокъ, т. е. такой же мелкоты какъ цементъ, то, очевидно, и для сдѣлания песчинокъ въ растворѣ можно пользоваться тоже растворомъ. На основаніи этихъ соображеній недавно стали готовить смѣси чи-

стаго цемента съ весьма мелкимъ пескомъ въ разныхъ пропорціяхъ, которымъ и присвоили названіе песчаныхъ цементовъ. Смѣси эти дѣлаются въ разныхъ пропорціяхъ, отъ 1:1 до 1:3 и болѣе.

Для приготовленія раствора рекомендуютъ брать на одинъ объемъ песчаного цемента до трехъ объемовъ обыкновеннаго песку.

Въ этомъ случаѣ на одинъ объемъ чистаго цемента придется три объема песку мелкаго и девять объемовъ песку крупнаго.

По увѣренію изобрѣтателей этого песчаного цемента, сопротивленіе приготовленныхъ на немъ растворовъ не менѣе сопротивленія растворовъ, приготовленныхъ на чистомъ цементѣ, при одинаковой примѣси песку. Непосредственный опытъ не подтверждаетъ такого равенства сопротивленій, но, съ другой стороны, не указываетъ и большаго паденія сопротивляемости, котораго можно было бы ожидать отъ значительнаго сокращенія количества чистаго цемента въ растворѣ, въ чемъ и можно убѣдиться по нижеприводимымъ цифрамъ, полученнымъ въ Механической Лабораторіи Инст. Инж. Пут. Сообщ.

**Сопротивленіе разрыву растворовъ изъ чистаго и песчаного цементовъ въ килограммахъ на 1 квадр. сантиметръ.**

| Составъ раствора.                                  | Время испытанія послѣ затворенія. |                 |                  |                 |                |
|----------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------|------------------|-----------------|----------------|
|                                                    | Черезъ 7 дней.                    | Черезъ 28 дней. | Черезъ 2 мѣсяца. | Черезъ 6 мѣсяц. | Черезъ 1 годъ. |
| Чистый цементъ . . . . .                           | 29—45                             | 38—52           | 49—55            | 49—60           | 46—65          |
| „ цем. + 3 ч. песку . . . . .                      | 9—12                              | 12—16           | 15—18            | 16—25           | 17—28          |
| Песч. цем. 1:1                                     | } безъ<br>добавки<br>песку. {     | 26,25           | 38,40            | —               | 43,18          |
| „ „ 1:2                                            |                                   | 11,21           | 20,26            | —               | 30,25          |
| „ „ 1:3                                            |                                   | 9,91            | 12,52            | 15,54           | —              |
| Песч. цем. 1:1 + 3 ч. песку<br>(или 1:4) . . . . . | 12,90                             | 16,70           | —                | 20,25           | 22,01          |
| Песч. цем. 1:2 + 3 ч. песку<br>(или 1:8) . . . . . | 5,87                              | 11,02           | —                | 13,12           | 13,88          |
| Песч. цем. 1:3 + 3 ч. песку<br>(или 1:2) . . . . . | 5,32                              | 9,77            | —                | 10,27           | 12,52          |

Ввиду такихъ результатовъ испытаній идею песчаного цемента нельзя не признать весьма остроумною.

Такъ какъ песокъ значительно дешевле цемента, то и песчаный цементъ долженъ быть тоже дешевле чистаго цемента. Однако, это удешевленіе не можетъ быть особенно значительнымъ, такъ какъ

самое измельченіе кварцеваго песка представляет собою работу далеко не дешевую, благодаря его твердости.

Удешевленіе цементныхъ растворовъ должно конечно значительно расширить кругъ ихъ примѣненія, чему можно только радоваться \*), а потому, казалось, слѣдовало бы привѣтствовать всякую попытку въ этомъ направленіи, а въ томъ числѣ и изобрѣтеніе песчанаго цемента. Въ дѣйствительности же мы видимъ, что песчаный цементъ пока еще встрѣчаетъ многихъ противниковъ.

---

## ГЛАВА VII.

### Разрѣзка кирпичной кладки.

**Разрѣзка прямолинейныхъ вертикальныхъ стѣнъ.**  
Ввиду сказаннаго уже объ ослабленіи кирпича, въ случаѣ его обтески, толщина стѣнъ не должна выражаться въ произвольныхъ цифрахъ, а сообразовываться съ размѣрами цѣльнаго кирпича. Выше было также сказано, что высота камней не должна превосходить ихъ ширины, другими словами, — камни слѣдуетъ класть плашмя. При такихъ условіяхъ толщина стѣнъ должна быть кратною длинѣ или ширинѣ кирпича. Такъ какъ ширина кирпича всегда равна половинѣ длины, то обыкновенно за единицу для измѣренія кирпичныхъ стѣнъ принимаютъ «*кирпичъ*», т. е., собственно, длину одного кирпича и толщину кирпичныхъ стѣнъ выражаютъ въ числѣ цѣлыхъ кирпичей и полукирпичей. Еслибы наравнѣ съ цѣльнымъ кирпичемъ допустить широкое употребленіе кирпича трехчетвертнаго, то можно было бы толщину стѣнъ выразить въ числахъ, кратныхъ четверти кирпича, напр. въ  $1\frac{1}{4}$  кирпича, составляя ее изъ  $\frac{1}{2}$  к. +  $\frac{3}{4}$  к. \*\*), въ  $1\frac{3}{4}$  кирпича, составляя изъ к. +  $\frac{3}{4}$  к. и т. д. Однако, въ настоящее время стѣнъ такихъ размѣровъ въ Россіи не дѣлаютъ, за неимѣніемъ трехчетвертнаго кирпича.

---

\*) Пользованіе цементными растворами при постройкѣ жилыхъ домовъ должно улучшить ихъ въ санитарномъ отношеніи: дома не будутъ сырими.

\*\*) Кирпичъ, какъ единицу мѣры кирпичныхъ стѣнъ, будемъ обозначать буквою „к.“, а полукирпичъ, четверть кирпича и трехчетвертной кирпичъ —  $\frac{1}{2}$  к.,  $\frac{3}{4}$  к. и  $\frac{3}{4}$  к.

Ввиду сказаннаго выше о вліянні положенія камней въ слояхъ кладки на сопротивленіе ея разслоенію, всѣ ея слои слѣдовало бы образовывать изъ однихъ только тычковь, какъ это показано на черт. 117 и 118.

Такіе слои кладки называются *тычковыми*.

Слои эти, при разсматриваніи ихъ съ поверхности стѣны, мы будемъ называть *тычковыми рядами*.

Сложить всю стѣнку изъ однихъ только тычковыхъ слоевъ оказывается возможнымъ въ томъ только случаѣ, если толщина ея равна одному кирпичу (черт. 119).

Если бы стѣну, толщина которой, большая одного кирпича, выражается въ цѣлыхъ кирпичачъ, класть изъ однихъ только тычковыхъ слоевъ, то продольные ихъ швы оказались бы не перекрытыми.

Если же воспользоваться такими слоями, которые, состоя внутри изъ тычковь, снаружи ограничены рядами ложковъ (черт. 120 и 121) и при кладкѣ стѣны слои эти чередовать съ тычковыми, то перекрытіе продольныхъ швовъ будетъ достигнуто (черт. 122).

Слои, ограниченные снаружи ложками, называются *ложковыми*. При разсматриваніи такихъ слоевъ снаружи стѣны, мы будемъ ихъ называть *ложковыми рядами*.

Если въ ложковыхъ слояхъ ложки одного ряда располагать не противъ ложковъ другого ряда, какъ это показано на чер. 123, то въ нихъ будутъ уничтожены сквозные поперечные швы, что иногда можетъ быть желательно съ точки зрѣнія ослабленія возможныхъ филтрацій, напр., при устройствѣ стѣны шлюзовъ, набережныхъ и т. п.

Для образованія слоевъ стѣны, толщина которой выражается въ полукирпичачъ, можно было бы пользоваться половинками кирпича (черт. 124), но, очевидно, разумнѣе, вмѣсто этихъ половинокъ, класть цѣлыя ложки (черт. 125, 126), что обыкновенно и дѣлается. Ряды ложковъ кладутся съ наружной стороны слоя.

Такіе слои называются *полуложковыми*.

При разсматриваніи этихъ слоевъ снаружи стѣны, мы будемъ называть ихъ тычковыми или ложковыми рядами, смотря по тому, обращены ли къ намъ тычки или ложки.

Для того чтобы при наложеніи одного полуложковаго слоя на другой, достигалось перекрытіе продольныхъ швовъ, очевидно, слои эти необходимо класть такимъ образомъ, чтобы снаружи стѣны, по



ея высотѣ, получалось *чередование тычковыхъ и ложковыхъ рядовъ* (черт. 127).

Если бы вмѣсто ложковыхъ и полуложковыхъ слоевъ указаннаго выше типа мы вздумали пользоваться слоями, составленными изъ однихъ только ложковъ, то часть продольныхъ швовъ стѣны во всякомъ случаѣ оставалась бы неперекрытою.

Ввиду послѣдняго обстоятельства, слоями, составленными изъ однихъ только ложковъ, *никогда не пользуются*, если толщина стѣны болѣе одного кирпича.

Образуя кладку стѣны чередованіемъ полуложковыхъ или тычковыхъ и ложковыхъ слоевъ, мы получаемъ перекрытіе продольныхъ швовъ, по величинѣ своей равное полукирпичу. Такое перекрытіе тѣмъ болѣе пріятно, что, какъ извѣстно, сопротивленіе стѣны раслоенію по направленію ея толщины является наименьшимъ.

Перекрытіе поперечныхъ швовъ въ смежныхъ слояхъ кладки легко достигается сдвиженіемъ одного слоя кладки относительно другого на четверть кирпича (черт. 122, 127).

Только что изложенные способы образованія и чередованія слоевъ кладки являются вполне рациональными и вмѣстѣ съ тѣмъ наиболѣе простыми, однако, не смотря на это, встрѣчаются еще и другіе способы образованія слоевъ. Дѣйствительно, иногда пользуются еще *смѣшанными* или *тычково-ложковыми* слоями и *диагональными*.

*Смѣшанными* называются такіе слои и ряды, въ которыхъ ложки укладываются не непрерывно одинъ за другимъ вдоль всей стѣны, а чередуясь съ тычками, какъ это показано на черт. 128—131.

Смѣшанные ряды представляютъ слѣдующія неудобства по сравненію съ несмѣшанными: 1) кладка ихъ требуетъ нѣсколько большаго вниманія со стороны рабочихъ, 2) въ нѣкоторыхъ случаяхъ приходится тратить лишній матеріалъ при изготовленіи половинокъ, 3) нѣкоторыя части вертикальныхъ продольныхъ швовъ остаются не перекрытыми. Послѣднее обстоятельство уменьшаетъ сопротивляемость кладки раслоенію.

Трата матеріала объясняется тѣмъ, что кирпичъ не всегда удается расколоть на двѣ совершенно равныя половинки, а потому часто приходится меньшую половину бросать какъ негодную, если недопускать въ кладкѣ пустотъ, заполненныхъ растворомъ и щебнемъ. Къ сожалѣнію, однако, очень часто можно видѣть, что внутри

стѣны оставляють большія пустоты, заполняемыя щебнемъ и заливаемыя жидкимъ растворомъ.

Употребленіе смѣшанныхъ рядовъ можетъ быть объяснено желаніемъ болѣе разнообразить рисунокъ перевязки внѣшнихъ швовъ и отчасти стремленіемъ уничтожить въ кладкѣ непрерывныя продольныя швы, что и имѣетъ мѣсто въ слояхъ, показанныхъ на черт. 129—131. Однако, существованіе сквозныхъ продольныхъ швовъ не представляетъ особыхъ неудобствъ, а потому пользованіе смѣшанными слоями такого вида, какіе показаны на чер. 129—131, какъ сопряженное съ нѣкоторымъ ослабленіемъ стѣны (неполное перекрытіе продольнымъ швовъ) и хотя и небольшимъ, но напраснымъ только усложненіемъ работы, а равно и пользованіе слоями, показанными на чер. 128, какъ сопряженное съ напрасною затратою матеріала и работы, является крайне не желательнымъ.

Кладка можетъ быть образована исключительно изъ однихъ только смѣшанныхъ рядовъ или чередованіемъ ихъ съ тычковыми.

*Диагональными* называются слои, въ которыхъ кирпичи своею длинною стороною укладываются подъ угломъ въ  $45^\circ$  (или  $60^\circ$ ) къ длинѣ стѣны (черт. 132). Кладка съ такими рядами ведется такъ: кладутся два обыкновенныхъ ряда: тычковый и ложковый (или два полуложковыхъ при толщинѣ стѣны  $nk + \frac{k}{2}$ ), на нихъ кладется первый діагональный рядъ, а на него другой діагональный, причемъ кирпичи одного ряда располагаются перпендикулярно къ кирпичамъ другого, затѣмъ снова два обыкновенныхъ ряда, а на нихъ два діагональныхъ, и т. д. Для того чтобы снаружи стѣна была ограничена плоскостью, діагональные ряды ограничиваютъ притесанными кирпичами треугольной формы. Такое расположеніе кирпичей въ кладкѣ называется діагональною перевязкою. Употребленіемъ діагональной перевязки думаютъ достигнуть возможно большаго приближенія стѣны къ монолиту. Такая перевязка употребляется только въ толстыхъ стѣнахъ, напр. крѣпостныхъ (откуда и названіе—Festungverband), въ стѣнахъ шлюзовъ и то рѣдко; въ дальнѣйшемъ мы будемъ совершенно ее игнорировать.

Иногда кирпичныя стѣны нужно бываетъ оградить отъ возможности злоумышленнаго ихъ взлома (напр. стѣны денежныхъ кладовыхъ). Это достигается расположеніемъ въ продольныхъ швахъ кладки желѣзныхъ полосъ высотой въ  $\frac{1}{4}$  к. (черт. 133).

Въ толщѣ кирпичныхъ стѣнъ обыкновенно располагаются или дымоходы или вентиляціонные каналы. Площадь поперечнаго сѣченія дымоходовъ бываетъ различная: въ  $\frac{1}{2}$  кирпича, въ  $\frac{3}{4}$  кирпича, въ 1 и 2 кирпича (черт. 134). Площадь вентиляціонныхъ каналовъ бываетъ и еще бѣльшая.

**Перевязка наружныхъ швовъ.** Съ наружной стороны стѣны вообще могутъ чередоваться:

- 1) Тычковые ряды съ ложковыми.
- 2) Тычковые ряды со смѣшанными.
- 3) Одни только смѣшанные ряды.

Варьируя относительное положеніе ложковъ въ ближайшихъ ложковыхъ рядахъ и число смѣшанныхъ рядовъ, можно получить нѣсколько различныхъ *видовъ перевязки наружныхъ швовъ кладки.*

При равномерномъ чередованіи тычковыхъ рядовъ съ ложковыми, получаются два вида перевязки; *цѣпная* (черт. 135) и *крестовая* (черт. 136) отличающіяся одна отъ другой тѣмъ, что въ первой ложки всѣхъ рядовъ лежатъ на однѣхъ и тѣхъ же вертикаляхъ, а во второй ложки одного ложковаго ряда сдвинуты относительно ложковъ ближайшихъ рядовъ на  $\frac{1}{2}$  кирпича. Для того чтобы разница между этими перевязками была болѣе наглядною, на нашихъ чертежахъ нѣкоторые кирпичи заштрихованы.

При неравномѣрномъ чередованіи, т. е. употребленіи двухъ ложковыхъ рядовъ на одинъ тычковый, получается *англійская* или *трубная* перевязка (черт. 137), рекомендуемая для кладки дымовыхъ заводскихъ трубъ.

Чередованіемъ тычковыхъ рядовъ со смѣшанными (съ одиночными тычками) получается *голландская* перевязка (черт. 138).

Чередованіемъ однихъ только смѣшанныхъ рядовъ получается *готическая* перевязка (черт. 139).

Вводя въ смѣшанныхъ рядахъ вмѣсто одного тычка по два (во избѣжаніе половинокъ кирпича въ стѣнахъ, толщина которыхъ не выражается цѣлымъ числомъ кирпичей) получимъ перевязки, показанныя на чертежѣ 140.

Приведенные виды перевязки наружныхъ швовъ отличаются одинъ отъ другаго какъ рисункомъ, узоромъ, такъ и видомъ ломаныхъ *ли-*

ній *возможнаго разрыва кладки*. Линіи вида *AB* (черт. 136 и 137) носять названіе *штрабы* (*Abzahnung*), для липій же вида *CD* (черт. 136 и 137) на русскомъ языкѣ нѣтъ особаго названія (по нѣмецки—*Abtreppung*).

Отъ вида *штрабы*, или, лучше сказать, отъ высоты ея зубцовъ *принято* ставить въ зависимость ббльшую или меньшую степень легкости разрыва стѣны по вертикальному направленію. Поэтому, напр., принято считать цѣпную кладку, въ которой высота зубца  $= \frac{1}{4} k$ , болѣе слабой, чѣмъ крестовую, въ которой высота зубцовъ равна  $2 \frac{k}{4}$ . Однако, о строгой пропорціональности между сопротивленіемъ той и другой стѣны не можетъ быть и рѣчи, такъ какъ видъ *штрабы* опредѣляется только поверхностнымъ слоємъ кладки, въ которомъ имѣются ложки, могущіе дѣйствительно оказывать большее сопротивленіе, чѣмъ швы, но внутри кладки ложекъ нѣтъ и разрывъ крестовой кладки можетъ произойти не по той же ломаной линіи какъ и въ наружномъ слоѣ, а по простѣйшей, т. е. по *штрабѣ* съ высотой зубцовъ въ  $\frac{k}{4}$ , слѣдовательно, по такой же какъ и въ цѣпной кладкѣ...

Указанные виды перевязки наружныхъ швовъ являются какъ слѣдствіе того или другого способа образованія и чередованія слоевъ, при чемъ самый рисунокъ, образуемый швами, находится въ подчиненномъ положеніи. Иногда же, наоборотъ, этотъ рисунокъ *приобрѣтаетъ* первенствующее значеніе и способъ образованія слоевъ становится въ зависимость отъ него. Дѣйствительно, когда кирпичныя стѣны остаются безъ штукатурки, то очень часто, преслѣдуя декоративныя цѣли, выступающіе въ наружу кирпичи располагаются по какому нибудь болѣе или менѣе затѣливому рисунку. На черт. 141 показаны примѣры такой *узорной* или *фигурной* перевязки швовъ.

При такомъ разнообразіи возможнаго чередованія рядовъ естественно возникаетъ вопросъ о сравнительныхъ достоинствахъ кладки по тому или другому способу. Выше было уже сказано, что смѣшанные ряды, не имѣя за собою никакихъ существенныхъ достоинствъ, только затрудняютъ работу (всякое отклоненіе отъ однообразія уже есть въ своемъ родѣ затрудненіе) и въ нѣкоторыхъ случаяхъ уменьшаютъ даже прочность стѣны, а потому о предпочтеніи

ихъ тычковымъ или ложковымъ рядамъ не можетъ быть и рѣчи въ обыкновенной кирпичной кладкѣ. Смѣшанные ряды, какъ увидимъ ниже, могутъ имѣть значеніе въ облицовкѣ кирпичемъ. Такимъ образомъ остается сравнить достоинства кладки изъ тычковыхъ и ложковыхъ рядовъ и различныхъ видовъ перевязки наружныхъ швовъ. Изъ трехъ видовъ такой перевязки наиболѣе существенная разница имѣется между цѣпной и крестовой перевязкой съ одной стороны и англійскою съ другой; дѣйствительно, въ англійской перевязкѣ имѣется вдвое болѣе ложковыхъ рядовъ, чѣмъ въ крестовой и цѣпной. Очевидно, это справедливо только для такихъ стѣнъ, толщина которыхъ выражается въ цѣлыхъ кирпичахъ, такъ какъ въ противномъ случаѣ увеличеніе числа ложковыхъ рядовъ съ одной стороны стѣны соотвѣтствуетъ такому же увеличенію числа тычковыхъ рядовъ съ другой. Съ увеличеніемъ числа ложковъ должно возрастать сопротивленіе кладки разрывающимъ усиліямъ, дѣйствующихъ по направленію этихъ ложковъ. Ввиду этого обстоятельства, англійская перевязка и рекомендуется при кладкѣ дымовыхъ трубъ, которыя отъ нагрѣванія ихъ изъ-нутри получаютъ стремленіе расширяться и разорваться. Но такое возрастаніе сопротивленія можетъ имѣть мѣсто только въ наружныхъ слояхъ кладки, толщиной въ  $\frac{1}{2} k$ , такъ какъ въ толщѣ стѣны кладка все-таки ведется изъ тычковъ съ перекрытіемъ въ  $\frac{k}{4}$ . Это возрастаніе сопротивленія будетъ, очевидно, тѣмъ нечувствительнѣе, чѣмъ толще стѣна, такъ какъ вообще утолщеніе достигается прибавкою тычковъ, а не ложковъ. Такимъ образомъ увеличеніе числа ложковыхъ рядовъ съ 50% до 66% отъ общаго числа рядовъ не увеличиваетъ сопротивленія стѣны разрыву въ отношеніи  $\frac{1}{2}$  къ  $\frac{2}{3}$ . Дѣйствительное возрастаніе сопротивленія должно выразиться значительно меньшею цифрою и тѣмъ меньшею, чѣмъ толще стѣна. На ряду съ возрастаніемъ сопротивленія стѣны разрыву, увеличеніе числа ложковыхъ рядовъ влечетъ за собою нарушеніе правила перевязки вертикальныхъ швовъ въ смежныхъ слояхъ. Дѣйствительно, вертикальные швы въ двухъ смежныхъ ложковыхъ рядахъ англійской кладки, идущіе параллельно по длинѣ стѣны, не перекрываются. Неперекрытіе же швовъ уменьшаетъ сопротивленіе кладки разслоенію. Такимъ образомъ въ англійской перевязкѣ увеличеніе сопротивленія стѣны разрыву достигается за счетъ уменьшенія сопротивленія разслоенію.

Сравнивая англійскую перевязку съ крестовою и цѣпною въ отношеніи вида штрыбы, опредѣляющаго собою большую или меньшую степень легкости разрыва стѣны по вертикальному направленію, — оказывается, что штраба англійской перевязки одинакова со штрабою перевязки крестовой. Итакъ, англійская перевязка не представляетъ особыхъ преимуществъ предъ цѣпною и крестовою, но имѣетъ недостатокъ — въ ней не вполнѣ соблюдена перевязка вертикальныхъ швовъ, а потому она теоретически далеко не совершенна.

Остается сравнить относительныя достоинства цѣпной и крестовой перевязокъ. Главное ихъ отличіе заключается въ видѣ штрыбы, а именно: штраба крестовой кладки имѣетъ болѣе сложный видъ, чѣмъ штраба въ перевязкѣ цѣпной, а потому, какъ принято думать, сопротивленіе вертикальному разрыву стѣны съ цѣпною перевязкою должно быть меньше. Однако, принимая во вниманіе сказанное выше о значеніи паружной штрыбы, нельзя не придти къ заключенію, что существенной разницы между сопротивленіями обѣихъ кладокъ не будетъ. Въ отношеніи простоты работы цѣпная перевозка имѣетъ преимущество предъ крестовою, потому что, какъ увидимъ ниже, цѣпная перевязка образуется чередованіемъ только двухъ типовъ слоевъ, а крестовая — чередованіемъ трехъ или четырехъ типовъ. Такимъ образомъ цѣпная перевязка является простѣйшею и болѣе употребительною, чѣмъ крестовая, а особенно въ тѣхъ случаяхъ, когда стѣна будетъ штукатуриться. Однимъ словомъ, употребленіе крестовой перевязки уже связано съ вопросомъ о внѣшности стѣны, употребленіе же цѣпной вытекаетъ исключительно изъ конструктивныхъ соображеній.

Всѣ вышеуказанные способы перевязки наружныхъ швовъ можно еще сравнивать въ отношеніи предохраненія стѣнъ отъ прониканія въ нихъ сырости, а именно въ зависимости отъ числа наружныхъ швовъ, собственно заусенковъ. Въ этомъ отношеніи первое мѣсто занимаетъ перевязка англійская и готическая, какъ имѣющія меньшее число швовъ, второе мѣсто цѣпная и крестовая и послѣднее мѣсто — голландская. Дѣйствительно, если сосчитаемъ число швовъ въ двухъ смежныхъ слояхъ разныхъ кладокъ, приходящихся на одинаковой длинѣ стѣны, напр. на длинѣ трехъ кирпичей\*), то получимъ:

\*) Вообще, на длинѣ, краткой 3 н., такъ какъ при этомъ только условію возможно равенство длинъ смѣшанныхъ рядовъ (съ 1 промежуточнымъ тычкомъ) съ простыми,

|                           |     |                                                       |
|---------------------------|-----|-------------------------------------------------------|
| 1) швовъ въ первомъ слоѣ. | . 4 |                                                       |
| » во второмъ »            | . 4 |                                                       |
|                           |     | 8 швовъ въ готической кладкѣ,                         |
| 2) » въ первомъ »         | . 6 |                                                       |
| » во второмъ »            | . 3 |                                                       |
|                           |     | 9 швовъ въ крестовой и цѣпной,                        |
| 3) швовъ въ первомъ слоѣ. | . 6 |                                                       |
| » во второмъ »            | . 4 |                                                       |
|                           |     | 10 швовъ въ голландской кладкѣ                        |
| 4) » въ первомъ »         | . 6 |                                                       |
| » во второмъ »            | . 3 |                                                       |
| » въ третьемъ »           | . 3 |                                                       |
|                           |     | 12, а въ 2 сл. $\frac{12 \times 2}{3} = 8$ , въ англ. |

Такимъ образомъ числа швовъ во всѣхъ этихъ кладкахъ относятся какъ 8:9:10. Принимая 9 за среднее, окажется, что число швовъ въ другихъ кладкахъ болѣе или менѣе приблизительно на 11<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

Выше было уже указано на то, что для достиженія перевязки поперечныхъ вертикальныхъ швовъ въ смежныхъ рядахъ необходимо швы одного слоя сдвигать относительно швовъ другого на  $\frac{1}{4}$  кирпича. Такое сдвиженіе въ дѣйствительности достигается тѣмъ, что у начала стѣны т. е. у такъ называемаго *вертикальнаго ея ограниченія* вмѣсто перваго цѣльнаго ложка въ ложковомъ ряду кладутъ ложекъ *трехчетвертной*, какъ это показано на черт. 122. Такъ какъ подобное сдвиженіе слоевъ необходимо во всѣхъ видахъ перевязки, то отсюда вытекаетъ общее правило: *всѣ ложковые ряды начинать трехчетвертнымъ кирпичемъ.*

Очевидно, сдвиженіе одного слоя относительно другого на  $\frac{1}{4}$  к. можетъ быть достигаемо и употребленіемъ продольныхъ половинокъ въ тычковыхъ рядахъ, какъ это показано на черт. 119, но этого рекомендовать нельзя, ввиду того, что продольныя половинки являются камнями вообще болѣе слабыми, чѣмъ  $\frac{3}{4}$  к. даже и въ томъ случаѣ, если они специально заготавливаются на заводѣ. Если же продольныя половинки приходится вытесывать изъ цѣльнаго кирпича, то является лишняя трата матеріала, по сравненію съ обтескою  $\frac{3}{4}$  к. (теряется  $\frac{1}{2}$  кирпича, а не  $\frac{1}{4}$ ), а главное, въ большинствѣ слу-

чаевъ, только съ наружи стѣны будетъ видна  $\frac{1}{4}$  к., внутри же будетъ просто толстый шовъ, наполненный кирпичнымъ щебнемъ, что конечно должно вліять на прочность стѣны въ такомъ серьезномъ ея мѣстѣ какъ уголь или вертикальное ограниченіе стѣны.

Мы видѣли, что въ крестовой перевязкѣ, кромѣ только что упомянутого сдвигенія слоевъ, существуетъ еще одно: ложковые ряды сдвинуты одинъ относительно другого на  $\frac{1}{2}$  кирпича. Достигается это тѣмъ, что въ ложковыхъ рядахъ, черезъ одинъ, кромѣ  $\frac{3}{4}$  к. употребляютъ еще одинъ тычекъ, какъ показано на черт. 127. Такимъ образомъ въ крестовой перевязкѣ должны чередоваться тычковые ряды съ простыми ложковыми, начинающимися трехчетвертнымъ кирпичемъ, и со *сложными ложковыми*, начинающимися однимъ  $\frac{3}{4}$  к. и однимъ  $\frac{1}{2}$  к. Въ этомъ и заключается бѣольшая сложность крестовой перевязки по сравненію съ цѣпной.

**Вертикальныя ограниченія стѣнъ.** Для того чтобы ограничить стѣну съ фасада вертикальною линіею, достаточно начинать или заканчивать всѣ ложковые ряды (ложковые или полуложковые слои) трехчетвертными кирпичами (черт. 122 и 127).

Того же самаго можно достигнуть, если всѣ тычковые ряды начинать и оканчивать продольными половинками. Однако, пользованія такими частями кирпича, какъ было объяснено выше, слѣдуетъ избѣгать.

Ввиду этого, мы можемъ ограничиться разсмотрѣніемъ одного только перваго способа образованія вертикальныхъ ограниченій.

Укоротивши на четверть кирпича крайніе ложки ложковаго ряда, при замѣнѣ цѣлаго кирпича трѣхчетвертнымъ, мы вмѣстѣ съ тѣмъ должны укоротить и весь слой на четверть кирпича. Но при этомъ укороченіи всѣ тычки, лежащія внутри слоя, должны обратиться въ половинные, какъ это показано на черт. 142. Этыхъ половинокъ легко, однако, избѣгать; дѣйствительно, для этого стоитъ только полутычки *a, a...* и тычки *b, b...* замѣнить трехчетвертными кирпичами, положенными длинною своею стороною вдоль стѣны, какъ это показано на черт. 143.

При замѣнѣ внутреннихъ тычковъ въ ложковомъ или полуложковомъ слоѣ (черт. 144) трехчетвертными ложками нарушается перекрытіе продольныхъ швовъ въ нижележащемъ тычковомъ или полу-



ложковомъ слоѣ, въ чемъ можно убѣдиться путемъ сопоставленія черт. 143 со 145 и 144 со 146.

Чтобы устранить такое перекрытіе, которое должно распространяться по всей высотѣ стѣны, достаточно нѣсколько видоизмѣнить строеніе конца тычковаго слоя, а именно: крайніе два цѣльные тычка тычковаго ряда замѣнить тычками трехчетвертными, а промежутокъ между ними заполнить цѣлыми кирпичами такъ, какъ это показано на черт. 147 и 148 или 149 и 150. Послѣднее даже нѣсколько предпочтительнѣе съ точки зрѣнія сопротивляемости вертикальнаго ограниченія разслаиванію.

Довольствуясь чередованіемъ только двухъ слоевъ кладки, мы должны получить цѣпную перевязку наружныхъ швовъ. Для того чтобы получить перевязку крестовую, необходимо ввести въ чередованіе еще одинъ ложковый или полужоковый (смотря по толщинѣ стѣны) слой, въ которомъ за трехчетвертными ложками слѣдовалъ бы одинъ тычекъ, какъ это показано на черт. 151 и 152. Такіе слои мы будемъ называть сложными.

И такъ, для образованія вертикальнаго ограниченія стѣны при цѣпной перевязки наружныхъ швовъ надо чередовать:

При толщинѣ стѣны равной:

|                                |  |                               |
|--------------------------------|--|-------------------------------|
| $2nk$                          |  | $2nk + \frac{1}{2}k$          |
| 1) тычковые слои (черт. 149)   |  | полутычковые слои (черт. 150) |
| 2) и ложковые слои (черт. 143) |  | полужоковые » (черт. 144)     |

а при крестовой перевязкѣ:

|                                  |  |                                    |
|----------------------------------|--|------------------------------------|
| 1) тычковые слои (черт. 149)     |  | полутычковые слои (черт. 150)      |
| 2) ложковые » (черт. 143)        |  | полужоковые » (черт. 144)          |
| 3) тычковые » (черт. 149)        |  | полутычковые » (черт. 150)         |
| 4) Сложн. ложк. слои (черт. 151) |  | сложн. полужоков. слои (черт. 152) |

Если толщина стѣны выражается въ полукирпичахъ, то вышеуказаннымъ чередованіемъ 2 простыхъ тычковыхъ слоевъ, одного простого и одного сложнаго ложковаго слоя крестовая перевязка получится съ одной только стороны стѣны. Если бы требовалось образованіе крестовой перевязки съ обѣихъ сторонъ стѣны, то пришлось бы одинъ изъ простыхъ полутычковыхъ слоевъ замѣнить сложнымъ (черт. 153).

**Сопряженіе стѣнъ подѣ прямымъ угломъ.** Двѣ стѣны двухъ взаимно перпендикулярныхъ направленій могутъ пересѣкаться

между собою, примыкать одна къ другой или образовывать уголь. При этомъ сходящіяся стѣны могутъ быть одинаковой или разной толщины.

Каковъ бы ни былъ видъ сопряженія стѣнъ, кладка ихъ ведется такимъ образомъ, чтобы одинаковые по счету ряды кладки стѣнъ разныхъ направленій были различны по виду: такъ, напр., если первый рядъ первой стѣны ложковый, то первый же рядъ второй стѣны долженъ быть тычковымъ, и обратно.

Разсмотримъ каждый изъ перечисленныхъ видовъ сопряженія въ отдѣльности.

*Пересѣченье стѣнъ* образуется такимъ чередованіемъ прерываемыхъ и непрерывныхъ слоевъ кладки стѣнъ разныхъ направленій, какое схематически показано на черт. 154, а именно:

Во всѣхъ нечетныхъ слояхъ кладки тычковый слой *T* стѣны *A* прерывается для пропуска непрерывнаго ложкового слоя *L* стѣны *B*.

Во всѣхъ четныхъ слояхъ кладки тычковый слой *T* стѣны *B* прерывается для пропуска непрерывнаго ложкового слоя *L* стѣны *A*.

Перерывъ тычковыхъ слоевъ производится по ихъ поперечнымъ швамъ, во избѣжаніе надобности въ употребленіи продольныхъ половинокъ или трехчетвертнаго кирпича внутри тычковаго слоя. Вслѣдствіе этого поперечные швы выше и нижележащихъ пропускаемыхъ безъ перерыва ложковыхъ слоевъ одной стѣны удаляются на четверть кирпича отъ поверхности прерываемыхъ тычковыхъ слоевъ другой стѣны.

Исходя изъ этой схемы, нетрудно опредѣлить расположеніе кирпичей въ слояхъ двухъ пересѣкающихся стѣнъ при разныхъ соотношеніяхъ ихъ толщинъ.

Такъ, если толщины обѣихъ стѣнъ выражаются въ цѣлыхъ кирпичахъ, расположеніе кирпичей въ смежныхъ слояхъ должно быть такое, какое показано на черт. 155.

Если толщина одной стѣны выражается въ цѣлыхъ кирпичахъ, а другая въ полукирпичахъ, то расположеніе кирпичей должно быть такое, какое показано на черт. 156.

У мѣста пересѣченья двухъ стѣнъ толщина ихъ очень часто измѣняется. При этомъ ложковые ряды утоняющейся стѣны заканчиваются трехчетвертными кирпичами, какъ это показано на черт. 157.

*Примыканіе стѣнъ* отличается отъ пересѣченья только тѣмъ, что одна изъ пересѣкающихся стѣпъ не продолжается за пересѣченье, а прерывается около него.

Ввиду этого, примыканіе можно производить по той же схемѣ, по какой производится и пересѣченье, если только пропускаемые безъ перерыва ложковые слои оканчиваютъ у поверхности прерываемыхъ тычковыхъ слоевъ, а тычковые слои вовсе не продолжать далѣе встрѣчи ихъ съ непрерывными ложковыми, какъ это схематически показано на черт. 158.

Такъ какъ поперечные швы ложковыхъ слоевъ удалены отъ внѣшней поверхности тычковыхъ слоевъ на разстоянія, кратныя четверти кирпича, то для окончанія ложковыхъ слоевъ у поверхности непрерывной стѣны необходимо воспользоваться или продольными половинками или трехчетвертными кирпичами. Обыкновенно пользуются послѣдними, располагая ихъ такъ, какъ и при вертикальномъ ограниченіи стѣнъ.

При такихъ условіяхъ расположеніе кирпичей въ смежныхъ слояхъ примыкающихъ стѣнъ должно быть такое, какое показано на черт. 159 и 160. При этомъ получается цѣпная перевязка наружныхъ швовъ обѣихъ стѣнъ. Для образованія перевязки крестовой надо ввести еще ложковые или полудожковые слои съ ложками, сдвинутыми на полкирпича.

Во всѣхъ этихъ случаяхъ трехчетвертные ложки ложковыхъ слоевъ съ наружной стороны тычковыхъ слоевъ имѣютъ видъ тычковь, а потому на фасадѣ непрерывной стѣны примыканіе къ ней другой стѣны остается незамѣтнымъ.

*Углы.* Подобно тому какъ мы перешли отъ пересѣченья къ примыканію, можно перейти отъ примыканія къ образованію угловъ. Дѣйствительно, если ту стѣну, которая въ примыканіи идетъ непрерывно, прервать у мѣста примыканія, то и получится уголь, какъ это схематически показано на черт. 161. И въ этомъ случаѣ тычковые слои одной стѣны надо прерывать при встрѣчѣ ихъ съ ложковыми слоями другой, а ложковые пропускать во всю длину стѣнъ и заканчивать ихъ трехчетвертными кирпичами. На черт. 162 показано расположеніе кирпичей въ смежныхъ слояхъ сходящихся подъ прямымъ угломъ стѣнъ разной толщины, нужныхъ для образованія крестовой перевязки наружныхъ швовъ обѣихъ стѣнъ.

**Кладка тонкихъ стѣнъ.** Тонкими стѣнами считаются такія, толщина которыхъ не превосходитъ длины кирпича, а именно стѣны въ  $\frac{1}{4}$ , въ  $\frac{1}{2}$ , въ  $\frac{3}{4}$  и въ 1 кирпичъ.

Первыя употребляются исключительно въ печномъ дѣлѣ, стѣны въ  $\frac{1}{2}$  и  $\frac{3}{4}$  рѣдко когда употребляются самостоятельно, въ большинствѣ же случаевъ служатъ для заполнения факверковъ. Стѣны въ одинъ кирпичъ употребляются въ качествѣ перегородокъ.

*Стѣнки въ  $\frac{1}{2}$  кирпича* кладутся сплошь изъ ложковъ. Вертикальныя ограниченія достигаются при посредствѣ  $\frac{1}{2}$  кирпича. Сопряженія стѣнъ подь прямымъ угломъ производятся цѣлыми кирпичами (черт. 163).

*Стѣны въ  $\frac{3}{4}$  кирпича* съ вертикальнымъ ограниченіемъ могутъ быть образованы изъ трехчетвертныхъ тычковъ съ продольными половинками такого кирпича, или же изъ цѣльнаго кирпича, если послѣдній удовлетворяетъ условію  $b = 2h + s$ . Стѣнка изъ такого кирпича показана на чертежѣ 164.

*Стѣны въ 1 кирпичъ* кладутся или изъ однихъ тычковыхъ, или изъ тычковыхъ и ложковыхъ слоевъ; вертикальныя ограниченія, примыканія и прямые углы образуются такъ, какъ показано на черт. 165 и 166.

Иногда кладутъ ряды кирпича на ребро, напр., поверхъ каменнаго фундамента подь деревянныя стѣны или факверки. Такіе ряды въ углахъ сопрягаются помощію кирпичей, уложенныхъ плашмя (чер. 167).

**Разрѣзка пустотѣлыхъ стѣнъ.** Пустотѣлыми называются стѣны, внутри которыхъ располагаются пустоты. Такія стѣны, по сравненіи со сплошными, обладаютъ меньшею теплопроводностью и звукопроводностью, но вмѣстѣ съ тѣмъ и нѣсколько меньшею сопротивляемостью внѣшнимъ усиліямъ \*).

Существуетъ нѣсколько типовъ такихъ стѣнъ:

а) Стѣны, въ которыхъ пустоты одного слоя кладки не сообщаются съ пустотами другого. На черт. 168 и 169 показаны примѣры такихъ стѣнъ, толщиной въ  $1\frac{1}{2}$  и 2 кирпича, съ пустотами шириною въ  $\frac{1}{4}$  кирпича.

\*) Опытъ Сѣверо-Германскихъ построекъ показываетъ, однако, что такія стѣны при толщинѣ въ  $2\frac{1}{2}$  м и высотѣ до 4 метровъ обладаютъ достаточною устойчивостью.

в) Стѣны съ сообщающимися пустотами (черт. 170). Связь внѣшней части стѣны съ внутреннею достигается при помощи *якорей*, т. е. тычковъ, составленныхъ изъ одного цѣлаго и трехчетвертнаго или четвертнаго кирпича. Если якорь выступаетъ въ наружу стѣны, то, во избѣжаніе прониканія черезъ него сырости во внутрь зданія, внѣшнюю его часть смолятъ, для чего кирпичъ въ нагрѣтомъ состояніи погружаютъ въ каменноугольную смолу.

с) Стѣны съ непрерывными пустотами (черт. 171). Въ этомъ случаѣ связь двухъ частей стѣны достигается при помощи якорей металлическихъ, дѣлаемыхъ изъ оцинкованой проволоки или полосоваго желѣза, располагаемыхъ на разстояніи  $1-1\frac{1}{2}$  метра одна отъ другой, въ шахматномъ порядкѣ по высотѣ.

Тепло- и звукопроводность стѣны можетъ быть также уменьшена при употребленіи въ кладку пустотѣлаго кирпича. Конструкція такихъ стѣнъ будетъ показана ниже.

**Разрѣзка кирпичныхъ столбовъ съ прямоугольными очертаніями.** Разрѣзку столбовъ можно прозиводить двояко, смотря по ихъ фигурѣ въ планѣ.

1) Чѣмъ болѣе фигура въ планѣ удаляется отъ квадрата, оставаясь прямоугольникомъ, тѣмъ правильнѣе разсматривать столбъ какъ прямую стѣну, ограниченую двумя вертикальными плоскостями, и примѣнять къ ней правила разрѣзки прямыхъ стѣнъ съ вертикальными ограниченіями. Положимъ, что требуется произвести разрѣзку столба, имѣющаго размѣры  $3 \times 4\frac{1}{2}$  кирпича. Этотъ столбъ можно разсматривать какъ стѣну, имѣющую длину  $4\frac{1}{2}$  кирпича, а потому измѣреніе ея, равное 3 кирпичамъ, будетъ толщиною стѣны, по направленію котораго должны располагаться тычки. Мы уже знаемъ какъ дѣлается разрѣзка въ двухъ смежныхъ слояхъ кладки въ случаѣ ея вертикальнаго ограниченія, а потому для рѣшенія нашей задачи намъ остается только примѣнить извѣстныя правила къ обоимъ концамъ стѣны. На черт. 172 показана искомая разрѣзка, при чемъ при чередованіи этихъ двухъ слоевъ получится цѣнная перевязка наружныхъ швовъ. Если бы требовалась крестовая перевязка, то мы достигли бы этого введеніемъ второго типа разрѣзки ложковаго ряда, показаной на черт. 173, при которой послѣ  $\frac{3}{4} k$  слѣдуетъ  $\frac{1}{2} k$ . При толщинѣ столба въ  $\frac{n+1}{2} k$  пришлось бы чередовать четыре

типа слоевъ: простой полуложковый, простой полутычковый, сложный полуложковый и сложный полутычковый.

2) Столбы болѣе сложнаго вида можно разсматривать какъ пересѣченія, примыканія или углы двухъ стѣнъ, ограниченныхъ вертикальными плоскостями, а потому разрѣзка ихъ можетъ быть исполнена также согласно извѣстнымъ уже намъ правиламъ. На черт. 174 показана разрѣзка двухъ смежныхъ слоевъ такихъ столбовъ, при условіи образованія цѣпной перевязки наружныхъ швовъ. Для полученія крестовой перевязки пришлось бы ввести еще одинъ или два слоя, извѣстнымъ уже образомъ видоизмѣнивъ ложковые и полуложковые слои.

Въ только что разсмотрѣнныхъ случаяхъ тычки въ смежныхъ слояхъ кладки расположились взаимно перпендикулярно. вмѣстѣ съ этимъ явилось *двойное* перекрытіе швовъ, т. е. тычекъ одного ряда перекрываетъ два шва смежнаго и обратно (черт. 175 и 176). Это обстоятельство можетъ вліять на увеличеніе сопротивленія кладки разслоенію, а главнымъ образомъ на установленіе большей равномерности этого сопротивленія по двумъ взаимно перпендикулярнымъ направленіямъ. Ввиду этихъ соображеній подобная же разрѣзка примѣняется и къ столбамъ квадратнаго сѣченія, какъ это показано на чертежѣ 177.

Такъ какъ русскіе кирпичные заводы почти не готовятъ трехчетвертнаго кирпича (безъ особаго заказа), то въ большинствѣ случаевъ для достиженія правильной перевязки нужно бываетъ трехчетвертные кирпичи вытесывать изъ цѣльныхъ, что сопряжено съ тратою матеріала и работы. Последнее обстоятельство служитъ поводомъ къ отступленію отъ правильной разрѣзки кладки вообще а столбовъ въ особенности (ввиду сравнительно большаго числа потребнаго для нихъ трехчетвертнаго кирпича). Наши каменщики кладутъ столбы обыкновенно такъ, какъ показано на черт. 178, тогда какъ слѣдовало бы класть такъ, какъ показано на черт. 177. При этомъ, правда, уменьшается количество нужныхъ кирпичей, 18 вмѣсто 21,  $12\frac{1}{2}$  вмѣсто 15 и т. д. въ каждомъ слоѣ, но вмѣстѣ съ тѣмъ нарушается и правильность разрѣзки: вертикальные швы, обозначенные толстою чертою, остаются неперекрытыми по всей высотѣ столба. При этомъ кладка столба раздѣляется на нѣсколько вертикальныхъ колець, а потому, при неравномерномъ распредѣле-

ни давленія по площади сѣченія столба, въ послѣднемъ могутъ образоваться сквозныя трещины. При малой высотѣ столбовъ и небольшой нагрузкѣ, конечно, подобное отступленіе не можетъ имѣть большого значенія, но при иныхъ условіяхъ подобное отступленіе можетъ быть вреднымъ. Если, однако, въ каждомъ вертикальномъ кольцѣ сложныхъ такимъ образомъ столбовъ перевязка швовъ соблюдена вполне, то такое отступленіе отъ рациональной разрѣзки можетъ быть допущаемо и при большихъ нагрузкахъ, при непремѣнномъ, однако, условіи принятія особыхъ мѣръ, имѣющихъ цѣлью уравненіе давленія между отдѣльными кольцами. Такою мѣрою является употребленіе такъ называемой *прокладной плиты*, т. е. плиты, покрывающей цѣлый слой кладки (черт. 179). Число прокладныхъ плитъ по высотѣ столба, очевидно, должно сообразоваться съ величиною его нагрузки.

Къ столбамъ могутъ быть отнесены простѣнки и дымовыя трубы.

Примѣры разрѣзки кладки простѣнковъ показаны на черт. 180. Разрѣзка простѣнковъ съ *разсвѣтами* будетъ указана ниже.

Кладка коренныхъ дымовыхъ трубъ (устраиваемыхъ въ деревянныхъ домахъ) показана на черт. 181.

Разрѣзка кладки квадратныхъ заводскихъ трубъ показана на черт. 182.

**Утолщеніе стѣнъ и столбовъ.** а) Утолщеніе стѣнъ въ планѣ, въ зависимости отъ ихъ формы, можно дѣлать двояко: по способу примыканія или пересѣченія, (черт. 183 и 184) или по способу *включенія*, т. е. введеніемъ въ стѣну данной толщины части другой, болѣе толстой стѣны, но имѣющей одинаковое направленіе съ данною (въ способѣ же примыканія или пересѣченія утолщеніе принимается за стѣну, имѣющую направленіе, перпендикулярное къ данной стѣнѣ).

Если утолщеніе дѣлается на большомъ протяженіи стѣны, а разность толщинъ стѣны и утолщенія сравнительно не велика, то послѣднее неудобно разсматривать какъ примыканіе или пересѣченіе очень толстой и короткой стѣны, такъ какъ при этомъ пришлось бы тычки въ утолщеніи располагать по направленію бѣльшаго измѣренія стѣны, а не меньшаго, какъ это слѣдуетъ въ видахъ увеличенія сопротивленія стѣны расслоенію. При такихъ условіяхъ утолщеніе дѣлается такъ, какъ показано на черт. 185 и 186, а именно: слой, заусенки котораго совпадаютъ съ началомъ утолщенія,—прерывается и въ него вставляется слой болѣе толстой стѣны, вертикально огра-

пиченой; въ смежномъ слоѣ стѣна упирается прибавкою одного или болѣе полукирпичей, (смотря по утолщенію), не нарушая остальной разрѣзки слоя и за тѣмъ самое уширеніе ограничивается прибавкою съ каждаго конца столькохъ трехчетвертныхъ кирпичей, сколько полукирпичей въ утолщеніи. Этимъ же самымъ способомъ достигается и утоненіе стѣны, причемъ трехчетвертные кирпичи служатъ для ограниченія толстыхъ частей стѣны, какъ это видно изъ тѣхъ же чертежей.

б) Утолщеніе стѣнъ и столбовъ по высотѣ.

При такомъ утолщеніи слѣдуетъ имѣть въ виду правильность передачи давленія отъ болѣе тонкой части къ болѣе толстой, а для этого необходимо, чтобы всѣ отдѣльные кирпичи верхняго слоя нижней части были нагружены верхнею частью. Это будетъ достигнуто въ томъ случаѣ, если обрѣзъ или ширина уступа нижней части стѣны будетъ состоять изъ тычковъ, а по величинѣ не превосходить полукирпича.

Утолщеніе стѣнъ по высотѣ дѣлается одностороннее или двустороннее, а по ширинѣ уступа въ  $\frac{1}{2}$  и  $\frac{1}{4}$  кирпича. На черт. 187 показаны въ разрѣзкѣ различные случаи утолщенія стѣнъ на  $\frac{1}{2}$  кирпича. Въ третьемъ примѣрѣ утолщенія, съ  $1\frac{1}{2}$  до  $2\frac{1}{2}$  к., уступы приходится располагать не на одной высотѣ по обѣимъ сторонамъ стѣны, ввиду того что ложекъ *e*, какъ не испытывающій нагрузки отъ верхней части кладки, является совершенно не нужнымъ. Утолщеніе стѣны на  $\frac{1}{4}$  кирпича можетъ быть только двустороннимъ, такъ какъ толщина стѣнъ измѣняется только черезъ  $\frac{1}{2}$  кирпича (черт. 188). При этомъ какъ ни ограничивать нижнюю часть, во всякомъ случаѣ всѣ кирпичи нижняго ея слоя будутъ нагружены верхнею частью.

Тоже самое относится и къ утолщенію столбовъ на  $\frac{1}{4} k$  съ каждой стороны, все равно будетъ ли разрѣзка ихъ произведена правильно или въ ней будутъ допущены отступленія (черт. 189). Утолщеніе столбовъ на  $\frac{1}{2}$  кирпича, при условіи правильности ихъ разрѣзки, можно сдѣлать такъ, какъ показано на черт. 190. Утолщеніе дѣлается сперва по одному направленію, а въ слѣдующемъ слоѣ по другому направленію. Наружные кирпичи нижней части при этомъ нажаты верхнимъ слоемъ только на протяженіи  $\frac{k}{4}$ , или на протяженіи  $\frac{1}{3}$  ихъ площади. Болѣе правильная передача давленія



можетъ быть достигнута при постепенномъ уширеніи черезъ  $\frac{1}{4} k$ . (черт. 191). Обыкновенно принимается, что давленіе внутри кладки распространяется только въ предѣлахъ нѣкотораго конуса, образующія котораго составляютъ съ вертикалью уголъ  $\alpha$ , равный приблизительно  $33^\circ$ . Тангенсъ угла  $\alpha$  можно принять приблизительно равнымъ  $\frac{1}{1\frac{1}{2}} = \frac{2}{3}$ . Поэтому часть кладки или отдѣльнаго камня, находящагося внѣ предѣловъ распространенія давленія (внѣ конуса) остается почти не нагруженою и она можетъ отдѣлиться отъ остальной части, причемъ въ кладкѣ или камнѣ образуются трещины по поверхности конуса. Ввиду этихъ соображеній размѣры уступовъ кладки опредѣляютъ изъ того условія, чтобы высота ихъ была не менѣе 1,5 ширины. Поэтому постепенное уширеніе кладки столба правильнѣе дѣлать по черт. 192, а не по черт. 191, такъ какъ на послѣднемъ высота уступа  $\frac{1}{4} k$  а ширина его тоже  $= \frac{1}{4} k$ , а на черт. 192 при ширинѣ уступа равной  $\frac{k}{4}$ , высота его равна  $\frac{3k}{4}$ .

**Разрѣзка кирпичныхъ массивовъ съ прямолинейными и прямоугольными очертаніями произвольнаго вида.** Обыкновенно главные размѣры кирпичныхъ массивовъ бываютъ кратны полукирпичу и только отдѣльныя ихъ части, напр. небольшіе выступы или впадины выражаются въ четвертяхъ кирпича. Приемы разрѣзки массивовъ зависятъ отъ того, въ какихъ частяхъ кирпича выражены его размѣры—въ полукирпичахъ или четвертяхъ кирпича, а потому рассмотримъ эти два случая въ отдѣльности:

1) *Размѣры массива выражаются въ полукирпичахъ.*

Разрѣзка всевозможныхъ массивовъ этого рода можетъ быть исполнена согласно извѣстнымъ уже намъ правиламъ образованія вертикальныхъ ограниченій, пересѣченій, угловъ, примыканій и включеній. С. v. Brand даетъ общій способъ рѣшенія подобной задачи въ своей брошюрѣ «Practische Darstellung des Ziegelverbandes», однако, способъ этотъ иногда приводитъ къ результатамъ, противорѣчающимъ основному требованію кирпичной кладки,—чтобы тычки клались по направленію меньшаго измѣренія массива.

Прослѣдимъ рѣшеніе подобной задачи на частномъ примѣрѣ. Положимъ, что намъ надо произвести разрѣзку двухъ смежныхъ слоевъ кладки, показанныхъ на черт. 193. Начнемъ съ выясненія

себѣ видовъ сопряженій отдѣльныхъ стѣнъ, образующихъ данный массивъ. Въ нашемъ примѣрѣ стѣна I имѣетъ утолщеніе II, встрѣчается подѣ угломъ со стѣною III, которая, въ свою очередь, примыкаетъ къ стѣнѣ IV. Положимъ, что въ стѣнѣ I слой *A*, который назовемъ *основнымъ* (а *B*—*перевязочнымъ*), есть слой ложковый. Въ такомъ случаѣ слой *A* для стѣны III долженъ быть тычковымъ, а для стѣны IV тоже ложковымъ, въ слоѣ *B*—наоборотъ. Для образованія угла стѣны ложковый рядъ пропускается насквозь, а тычковый прерывается, тоже самое и при образованіи примыканія. Поэтому въ слоѣ *A* проводимъ линіи *cd* и *ef*, которыя и отдѣляютъ тычковую часть отъ ложковой. Въ перевязочномъ слоѣ *B* линіи, отдѣляющія ложковую часть отъ тычковой, идутъ по направленію перпендикулярному къ *cd* и *ef*. Пусть *gh*, *ik* и *lm* будутъ такими линіями. Ложковые ряды стѣнъ въ углахъ и вертикальныхъ ограниченіяхъ должны заканчиваться рядами  $\frac{3k}{4}$ , тычковые же ряды въ свободныхъ концахъ должны имѣть по двѣ пары  $\frac{3k}{4}$ . Наносимъ  $\frac{3k}{4}$  на наши контуры. Остается опредѣлить типъ разрѣзки утолщенія, которое, какъ мы знаемъ, можетъ быть сдѣлано или по типу примыканій или по типу включеній. Въ нашемъ случаѣ утолщеніе дѣлается на сравнительно большомъ протяженіи, а потому примѣнимъ включеніе. Такъ какъ въ нашемъ случаѣ всѣ размѣры массива кратны  $\frac{k}{2}$ , то и разстояніе *en* кратно  $\frac{k}{2}$ . Такъ какъ въ слоѣ *A* стѣна I начинается съ  $\frac{3k}{4}$ , то, очевидно, линія *no* не можетъ совпасть ни съ однимъ изъ поперечныхъ швовъ стѣны I, въ слоѣ же *B* та же линія *n*, *o*, должна совпасть съ однимъ изъ поперечныхъ швовъ стѣны I. Поэтому включеніе утолщенія должно произойти въ слоѣ *B*. Проводимъ въ слоѣ *B* линіи *n*, *p* и *qr*, которыя и ограничатъ часть болѣе толстой стѣны II. Стѣна эта въ слоѣ *B* должна быть ограничена съ обоихъ концовъ парами  $\frac{3k}{4}$ , а промежутокъ между ними заполненъ тычками. Вслѣдствіе этого слой *A* того же утолщенія долженъ быть ложковымъ и ограниченъ  $\frac{3k}{4}$  по направленію длины стѣны. Послѣ размѣщенія  $\frac{3k}{4}$ , остается только уложить ложки и тычки, что и исполнено на чертежѣ 194.

На черт. 195 приведенъ рядъ примѣровъ разрѣзки различныхъ массивовъ, размѣры которыхъ кратны  $\frac{1}{2} k$ .

2) *Размѣры частей массива кратны четверти кирпича.*

Задача разрѣзки такихъ массивовъ можетъ быть рѣшена однимъ изъ слѣдующихъ трехъ способовъ:

1) Чертимъ контуры 2-хъ смежныхъ слоевъ кладки и размѣры ихъ дополняемъ до кратности  $\frac{1}{2}k$ ; дѣлаемъ разрѣзку по извѣстнымъ уже намъ приемамъ, а затѣмъ все добавленное снова отнимаемъ отъ соответственныхъ кирпичей. При этомъ, если окажется возможнымъ, мелкія части кирпича слѣдуетъ замѣнить болѣе крупными. Этотъ приемъ разрѣзки можно прослѣдить на чертежѣ 196, гдѣ дополненныя и снова отнятыя части зачернены.

2) Второй способъ основывается на употребленіи кирпичей съ вытесанными углами, какіе показаны на черт. 197. Сущность этого способа ясна изъ примѣровъ, показанныхъ на черт. 198.

3) Третій способъ даетъ общее рѣшеніе задачи. Познакомимся съ его сущностью на какомъ-либо частномъ примѣрѣ. Положимъ, что намъ надо произвести разрѣзку массива, имѣющаго въ планѣ фигуру, показаную на черт. 199. Проведемъ черезъ точки  $a$ ,  $b$  и  $c$ , вершины входящихъ угловъ данной фигуры, линіи  $ad$ ,  $be$  и  $cf$  и черезъ тѣ же точки—ломанныя линіи  $agh$ ,  $bik$  и  $clm$  такимъ образомъ, чтобы отрѣзки  $gh$ ,  $ik$  и  $lm$  были параллельны  $ad$ ,  $eb$  и  $cf$  а  $ag$ ,  $bi$  и  $cl$  (*косые швы*) дѣлили пополамъ входящіе углы, и по величинѣ равнялись діагонали квадрата, сторона котораго  $= \frac{1}{4}$  кирпича. Проведенныя линіи принимаемъ за направленія главнѣйшихъ швовъ въ двухъ смежныхъ слояхъ кладки. Швы эти находятся на разныхъ разстояніяхъ отъ концовъ слоя, при чемъ разстоянія эти для однихъ швовъ кратны  $\frac{k}{2}$ , а для другихъ —  $\frac{k}{4}$ . Отберемъ швы первой категоріи и нанесемъ ихъ на отдѣльно вычерченный контуръ  $A$  даннаго массива (черт. 200); остальные швы нанесемъ на другой контуръ  $B$  черт. 201. Контуръ  $A$  примемъ за основной слой кладки, а  $B$ —за перевязочный. Оба слоя главнѣйшими швами дѣлятся на нѣсколько участковъ. Проведемъ въ каждомъ такомъ участкѣ швы, параллельные главнымъ, на разстояніи  $\frac{k}{2}$  другъ отъ друга. При такомъ способѣ нанесенія швовъ, очевидно, при наложеніи одного слоя на другой будетъ достигнуто полное перекрытіе всѣхъ швовъ даннаго направленія.

Перейдемъ теперь къ опредѣленію возможныхъ швовъ другого

направленія. Сдѣлано это можетъ быть двояко: а) избирая общіе, т. е. сквозные швы для всѣхъ участковъ, или б) отдѣльные для каждаго.

а) Проведемъ черезъ точку  $g$  основнаго слоя  $A$  (черт. 202) линію  $pq \perp gh$  и рядъ другихъ линій ей параллельныхъ и отстоящихъ одна отъ другой на  $\frac{k}{2}$ . Если линія  $pq$  или ей параллельныя встрѣчаютъ какой-нибудь косою шовъ въ его началѣ, т. е. въ вершинѣ входящаго угла, то такой косою шовъ надо уничтожить. Въ перевязочномъ слоѣ  $B$  (черт. 203) проведемъ рядъ линій  $rз \parallel pq$ , но отстоящихъ отъ линій основнаго слоя на  $\frac{k}{4}$ . Проведенныя линіи принимаемъ за возможные направленія швовъ. Возможныя швы обоихъ направленій одного слоя, очевидно, не совпадаютъ со швами другого. Обои ми направленіями дѣлящихъ линій оба слоя раздѣлились на квадраты и прямоугольники, которые можно принять за  $\frac{1}{2}$  и  $\frac{1}{4}$  кирпича. Для окончанія рѣшенія задачи остается только изъ отдѣльныхъ частей кирпичей составить возможно большее число цѣльныхъ и  $\frac{3k}{4}$ , какъ это показано крестиками и штриховкой на чертежахъ 204 и 205.

2) Результаты разрѣзки большею частью получаются лучшіе, если въ каждомъ участкѣ проводить швы второго направленія (продольнаго) независимо отъ швовъ смежнаго участка. Проведемъ въ основномъ слоѣ первый продольный шовъ черезъ  $g$  (черт. 206 и 207), а остальные, параллельные ему, черезъ каждыя  $\frac{k}{2}$ . Въ смежномъ участкѣ проведемъ направленіе продольныхъ швовъ на разстояніи  $\frac{k}{4}$  отъ швовъ перваго участка и т. д. Основной слой раздѣлится на  $\frac{k}{2}$  и  $\frac{k}{4}$ , которые и постараемся собрать въ болѣе крупныя части. Въ перевязочномъ слоѣ проведемъ направленіе продольныхъ швовъ въ разстояніи  $\frac{k}{4}$  отъ продольныхъ швовъ основнаго слоя въ каждомъ участкѣ отдѣльно, за исключеніемъ узкихъ полосокъ, шириною въ  $\frac{k}{2}$ , перекрывающихъ главные поперечные швы основнаго слоя. Приэтомъ участки перевязочнаго слоя, внѣ этихъ полосокъ, разобьются на  $\frac{k}{2}$  и  $\frac{k}{4}$ , причемъ всѣ швы перевязочнаго слоя будутъ перекрыты основнымъ слоємъ. Послѣ этого полученныя мелкія части кирпичей можно собрать въ болѣе крупныя. Въ заключеніе остается рас-

положить кирпичи въ полоскахъ перевязочнаго слоя, перекрывающихъ главные швы основнаго слоя. Для этого отмѣчаемъ на этихъ полоскахъ мѣста, гдѣ въ основномъ слоѣ встрѣчаются продольные швы и кладемъ кирпичи такимъ образомъ, чтобы ихъ продольные швы не могли совпасть съ продольными же швами основнаго слоя.

Пользуясь рассмотрѣннымъ способомъ, нѣтъ необходимости всегда во всѣхъ участкахъ измѣнять положеніе продольныхъ швовъ. Оставляя въ нѣкоторыхъ смежныхъ участкахъ общіе швы, иногда можно бываетъ упростить разрѣзку.

### **Сопряженія стѣнъ подѣ тупыми и острыми углами.**

Въ этомъ случаѣ, какъ и въ рассмотрѣнномъ уже выше, стѣны могутъ оканчиваться въ мѣстѣ ихъ пересѣченія, т. е. образовывать уголь, примыкать одна къ другой или идти не перерываясь. При рѣшеніи этого рода задачъ руководствуются общими правилами разрѣзки стѣнъ и, на сколько возможно, правилами сопряженія стѣнъ подѣ прямымъ угломъ.

При образованіи такихъ сопряженій, очевидно, нельзя пользоваться одними только цѣльными, трехчетвертными и половинными кирпичами, а приходится еще употреблять и инныя формы, получаемыя обтескою цѣльнаго кирпича. При назначеніи формы такого кирпича слѣдуетъ стараться избѣгать слишкомъ малыхъ размѣровъ, большого числа отдѣльных формъ, сокращать число обтесываемыхъ граней, если возможно,—обращать обтесанныя грани во внутрь кладки. Обойтись же на наружныхъ сторонахъ стѣны вообще безъ обтесанныхъ граней кирпича невозможно. Во избѣжаніе слишкомъ острыхъ угловъ камней не слѣдуетъ допускать заусенковъ въ вершинѣ угловъ. Если стѣны сами по себѣ образуютъ слишкомъ острый уголь, то его слѣдуетъ притуплять. Всѣ заусенки слѣдуетъ располагать, по возможности, нормально къ лицу стѣны. Задача вообще рѣшается легче, если въ сходящихся стѣнахъ ложковый рядъ одной стѣны переходитъ въ тычковый рядъ другой.

*Тупые углы.* а) Если толщина стѣнъ почти одинакова (разнится на полкирпича) и въ сходящихся стѣнахъ ложковые ряды переходятъ въ тычковые, то сопряженіе дѣлается по слѣдующему типу: тычковый рядъ оканчивается сквознымъ заусенкомъ, нормальнымъ къ лицу стѣны и проходящимъ черезъ вершину внутренняго угла

( $ab$  въ 1-мъ слоѣ и  $ef$  во второмъ черт. 208). Ближайшій сквозной заусенокъ ложкаваго ряда ( $cd$ —въ 1 слоѣ и  $gh$ —во второмъ) удаляется отъ вершины внутренняго угла на разстояніе не менѣе  $\frac{1}{4} k$ . Пространство между этими обоими заусенками заполняется продолженіемъ ложкаваго ряда, какъ это показано на черт. 209. При равенствѣ толщины сходящихся стѣнъ внѣшніе угловые кирпичи во всѣхъ слояхъ получаютъ одинаковой формы и размѣра, что облегчаетъ пользованіе лекальнымъ кирпичемъ \*), если подобныхъ угловъ много. Размѣры  $a$  и  $b$  угловыхъ кирпичей (черт. 210), для возможности сохраненія перевязки наружныхъ швовъ, должны разниться на четверть кирпича, т. е.  $b - a = \frac{k}{4}$ . Такіе кирпичи могутъ быть вытесаны изъ цѣлыхъ въ томъ только случаѣ, если уголь стѣны не особенно тупъ (не свыше  $135^\circ$ ).

б) Если сходящіяся подъ угломъ стѣны имѣютъ неодинаковую толщину, то сопряженіе дѣлается по слѣдующему типу (черт. 211): въ тычковомъ ряду тонкой стѣны пропускаютъ черезъ вершину внутренняго угла сквозной заусенокъ, въ тычковомъ ряду толстой стѣны заусенокъ, проходящій черезъ вершину внутренняго угла, оканчиваютъ въ точкѣ его пересѣченія съ ложками тонкой стѣны. Ложки въ обоихъ слояхъ продолжаютъ до внѣшняго угла. Пространство между заусенками, исходящими изъ вершины внутренняго угла, въ смежныхъ слояхъ заполняютъ кладкою болѣе тонкой стѣны, какъ показано на черт. 212.

*Острые углы* образуются по слѣдующему типу (черт. 213): тычковые ряды первой стѣны пропускаютъ въ ложковый рядъ второй, но не доводятъ до лица стѣны, а оканчиваютъ при встрѣчѣ ихъ съ ложками второй, и наоборотъ. На черт. 214 показанъ примѣръ кладки острыхъ угловъ. Для достиженія правильной перевязки наружныхъ швовъ необходимо, чтобы угловой камень имѣлъ размѣры  $b = a + \frac{k}{4}$ .

*Притупленіе острыхъ угловъ.* Слишкомъ острые углы (менѣе  $60^\circ$ ) обыкновенно притупляютъ. Притупленіе это дѣлается по слѣдующему типу: притупляющая плоскость располагается нормально къ биссектрисѣ угла. Кладку стѣнъ ведутъ одноимянными рядами (оба тычковые или ложковые въ одномъ и томъ же слоѣ), а плоскость притупленія — противоположнымъ рядомъ (ложковымъ при тычковыхъ слояхъ и тычковымъ при ложковыхъ). Ложки стѣнъ и ложки притупленія доводятъ до лица стѣнъ. Притупляющая плоскость должна

\*) Нарочно приготовленнымъ по данному шаблону.

быть избрана на такомъ разстояніи отъ вершины угла, чтобы между двумя притесанными угловыми кирпичами помѣстился по крайней мѣрѣ одинъ тычекъ. Угловые камни, для достиженія наружной перевязки швовъ, должны имѣть размѣры, удовлетворяющіе условію:  $b = a + \frac{k}{4}$ . Примѣры притупленія показаны на черт. 215.

*Примыканіе* подь острымъ угломъ производится подобно примыканію стѣнъ подь прямымъ угломъ, съ тою только разницею, что въ главной стѣнѣ проводятъ непрерывно тычковые ряды, а ложковые прерываютъ для пропуска въ нихъ примыкающей стѣны, которая, однако, не доходитъ до лица главной, а оканчивается при встрѣчѣ съ наружными ложками главной стѣны, какъ это показано по черт. 216.

*Пересѣченіе стѣнъ подь острымъ угломъ* производится подобно пересѣченію подь прямымъ угломъ, какъ показано на черт. 217.

*Сопряженіе трехъ стѣнъ*, въ зависимости отъ угловъ ими образуемыхъ, можетъ быть сдѣлано различно. На черт. 218 показаны примѣры подобныхъ сопряженій.

**Разрѣзка простѣнковъ съ разсвѣтомъ** производится или по типу столбовъ, или по типу стѣнъ, смотря по тому, имѣетъ ли простѣнокъ въ планѣ фигуру, приближающуюся къ квадрату, или удлиненную (черт. 219).

**Разрѣзка массивовъ, имѣющихъ въ планѣ фигуру многоугольника и круга** Во всѣхъ подобныхъ случаяхъ приходится имѣть дѣло съ кирпичемъ, формы котораго отличаются отъ нормальнаго прямоугольнаго. Такіе фасонные кирпичи приготовляются вручную, обтескою простаго кирпича, или же специально заготовляются на заводахъ. Лекальный кирпичъ имѣетъ большія преимущества передъ обтесаннымъ: формы его вообще болѣе правильны, поверхность глаже, въ немъ цѣлѣ наружная корка, болѣе прочная, чѣмъ внутренняя масса, работа съ нимъ идетъ быстрѣе и обходится гораздо дешевле, нѣтъ напрасной траты матеріала. Однако, пользоваться лекальнымъ кирпичемъ выгодно въ томъ только случаѣ, если его требуется много; въ противномъ случаѣ онъ обходится сравнительно дорого. Для уясненія приѣмовъ разрѣзки кладки изъ фасоннаго кирпича или лекальнаго, обтесанаго вручную, достаточно познакомиться съ нѣсколькими примѣрами.

*Восьмигранныя колонны:* 1) изъ притесаннаго кирпича. Распо-

ложеиіе кирпичей въ слоѣ, показаное на черт. 220, остается одинаковымъ во всѣхъ слояхъ, для достиженія же перевязки швовъ въ смежныхъ рядахъ одинъ слой кладется относительно другого такимъ образомъ, чтобы тычки вышележащаго были наклонены къ тычкамъ нижележащаго слоя подъ угломъ въ  $45^\circ$ . Такой способъ относительнаго расположенія слоевъ называютъ «вращеніемъ».

2) *Изъ лекальнаго кирпича.* а) При разрѣзкѣ всѣхъ слоевъ по чертежу 221, перевязка швовъ достигается тѣмъ же способомъ какъ и въ первомъ случаѣ; б) при двухъ типахъ разрѣзки слоевъ (черт. 222), перевязка швовъ можетъ быть достигнута обыкновеннымъ чередованіемъ двухъ или четырехъ слоевъ.

*Заводскія трубы восьмигранныя.* На черт. 223 показана разрѣзка трубы съ восьмиграннымъ отверстіемъ при толщинѣ стѣнокъ въ одинъ, полтора и два кирпича. Перевязка швовъ достигается такимъ взаимнымъ расположеніемъ двухъ смежныхъ слоевъ, при которомъ тычки одного слоя наклонены къ тычкамъ другого подъ угломъ въ  $45^\circ$ , т. е. вращеніемъ слоевъ на  $45^\circ$  одинъ относительно другого.

*Круглыя колонны.* Колонны, которыя будутъ штукатурироваться, можно дѣлать изъ притесаннаго кирпича. На черт. 224 показанъ примѣръ разрѣзки слоя такой колонны. Перевязка швовъ достигается вращеніемъ слоевъ на  $45^\circ$ . Колонны, которыя должны быть оставлены безъ штукатурки, слѣдуетъ дѣлать изъ лекальнаго кирпича (черт. 225). На черт. 226 приведенъ примѣръ смѣшанной кладки изъ притесаннаго и лекальнаго кирпича.

**Разрѣзка круглыхъ стѣнъ.** Для кладки стѣнъ малаго радіуса необходимо употреблять притесанный или лекальный кирпичъ, стѣны же большаго радіуса можно класть изъ простаго кирпича. Въ послѣднемъ случаѣ поверхность стѣны не будетъ гладкая, такъ какъ каждый слой ея въ планѣ будетъ имѣть фигуру многоугольника, при чемъ число сторонъ этихъ многоугольниковъ будетъ различное — въ тычковыхъ рядахъ вдвое большее, чѣмъ въ ложковыхъ. Если стѣна штукатурируется, то неровность ея поверхности не только не вредитъ дѣлу, но даже полезна, увеличивая связь стѣны со штукатуркою.

Кривизна стѣнъ большаго радіуса, складываемыхъ изъ простаго кирпича, достигается постепеннымъ расширеніемъ или утолщеніемъ поперечныхъ швовъ. Толщина швовъ кирпичной кладки имѣетъ извѣстныя



предѣлы, а потому, назначая для шва съ вогнутой стороны стѣны наименьшую толщину, а для другого конца того же шва, выходящаго на выпуклую сторону стѣны,—наибольшую, можно опредѣлить для различныхъ толщинъ стѣнъ предѣльные радіусы ихъ кривизны. Для русскаго кирпича нормальная толщина шва въ ложковомъ ряду—0,3158 вершк., а въ тычковомъ—0,1579. Последнюю толщину слѣдуетъ принять за минимальную (въ миллиметрахъ она=7,15; за границею принимается за minimum 7,5 mm., а за maximum—15 mm.=0,3373 вершк.); что же касается maximum'a, то примемъ его = 0,4 вершк. (около 18 mm.). Въ такомъ случаѣ для стѣны въ одинъ кирпичъ (черт. 227):

$$3 + 0,4 : 3 + 0,16 = R + 6 : R$$

$$3,4 - 3,16 : 3,16 = R + 6 - R : R$$

или

$$0,24 : 3,16 = 6 : R,$$

откуда

$$R = \frac{6 \times 3,16}{0,24} = 79 \text{ вершк.} = \text{около } 5 \text{ арш.}$$

Для стѣны въ 1½ кирпича:

$$6,4 : 6,32 = R + 9,16 : R$$

$$0,08 : 6,32 = 9,16 : R$$

$$R = \frac{6,32 \times 9,16}{0,08} = 723,6 \text{ врш.} = 15 \text{ саж.}$$

Расположеніе кирпичей въ отдѣльныхъ слояхъ круглыхъ стѣнъ дѣлается по тѣмъ же правиламъ, какія существуютъ и для прямолинейныхъ стѣнъ.

*Круглыя заводскія трубы* большого радіуса обыкновенно кладутся изъ притесаннаго кирпича, если же употребляется кирпичъ лекальный, то только для кладки внѣшней ихъ поверхности. Расположеніе кирпичей въ смежныхъ слояхъ стѣнокъ такихъ трубъ показано на черт. 228.

Дымовыя трубы малаго радіуса кладутся или сплошь изъ лекальнаго кирпича (черт. 229) или частью изъ лекальнаго, частью изъ простаго (черт. 230).

Въ послѣднее время съ цѣлью уменьшенія вѣса и теплопровод-

ности стали употреблять для кладки дымовыхъ трубъ пустотѣлый кирпичъ.

**Разрѣзка кладки, ограниченной наклонными поверхностями.** Наклонными поверхностями приходится ограничивать: пяты арокъ и сводовъ, стѣны набережныхъ, опоры мостовъ, заводскія дымовыя трубы и т. д. Пяты арокъ и сводовъ обыкновенно образуются постепеннымъ напускомъ и соотвѣтственною притескою кирпича, какъ это показано на черт. 231,—изображающемъ пяту для четырехъ подпружныхъ арокъ крестваго свода.

Если уклонъ стѣнъ набережныхъ или мостовыхъ опоръ едва замѣтенъ, то наклонъ ихъ поверхности можетъ быть образованъ небольшимъ сдвиженіемъ слоевъ кладки. При болѣе значительномъ уклонѣ, напр., доходящемъ до  $\frac{1}{20}$ , во избѣжаніе притески выступающихъ въ наружу кирпичей, послѣдніе можно класть наклонно, нормально къ лицу. При этомъ придется нѣсколько подтесывать внутренніе кирпичи, примыкающіе къ наклоннымъ (черт. 232). При еще болѣе значительномъ уклонѣ наружной поверхности, разрѣзка массива производится такъ, какъ это показано на черт. 233.

Отверстіе заводскихъ дымовыхъ трубъ обыкновенно не остается постояннымъ по всей высотѣ трубы, а постепенно уменьшается. Вмѣстѣ съ этимъ уменьшается и толщина стѣнокъ такихъ трубъ.

Измѣненіе толщины стѣнокъ дѣлается уступами въ  $\frac{1}{2}$  кирпича черезъ каждыя  $1\frac{1}{2}$  —  $2\frac{1}{2}$  саж. по высотѣ. Наименьшая толщина стѣнокъ вверху трубы равняется половинѣ или цѣлому кирпичу. Уступы располагаются съ внутренней стороны трубы. Измѣненіемъ отверстія трубы и толщины ея стѣнокъ обусловливается уклонъ внѣшней ея поверхности (черт. 234), доходящій до  $\frac{1}{30}$ .

Уклонъ внѣшней поверхности достигается нѣсколько наклоннымъ положеніемъ слоевъ а постепенное уменьшеніе размѣровъ слоевъ въ планѣ — частью притескою, частью постепеннымъ сокращеніемъ числа кирпичей, укладываемыхъ по периметру слоя \*).

---

\*) Постепенное уменьшеніе внѣшняго діаметра круглыхъ дымовыхъ трубъ можетъ быть гораздо проще достигнуто въ томъ случаѣ, если слои кладки дѣлать не сомкнутыми, а непрерывными. Для такой непрерывности слоевъ достаточно воспользоваться въ качествѣ поверхности первой системы разрѣзки не плоскостью, а гелисоидальнымъ кольцевымъ коноидомъ. При такой разрѣзкѣ вся труба можетъ быть образована какъ бы изъ двухъ только непрерывныхъ, спирально извивающихся слоевъ, ложковаго и тычковаго.

**Кладка кирпичныхъ сводовъ и арокъ.** Тремя системами поверхностей разрѣзки своды и арки раздѣляются на отдѣльные камни болѣе или менѣе сложнаго вида. Чѣмъ сложнѣе формы отдѣльныхъ камней, тѣмъ труднѣе выдѣлывать ихъ изъ кирпича, тѣмъ болѣе приходится дѣлать отступленій отъ правилъ разрѣзки. Задача эта, однако, значительно облегчается тѣмъ обстоятельствомъ, что кирпичная кладка ведется на растворѣ, причѣмъ толщина слоя раствора можетъ колебаться въ нѣкоторыхъ предѣлахъ. Вполнѣ допустимыми предѣлами такого колебанія могутъ служить 0,16—0,4 вершка. Допуская постепенное измѣненіе толщины слоя раствора въ швахъ кладки, или, какъ говорятъ, допуская *измѣненіе толщины шва*, можно образовывать клинообразные слои кладки, пользуясь обыкновеннымъ стѣннымъ кирпичемъ. Пользуясь же кирпичемъ лекальнымъ, путемъ измѣненія толщины шва, можно дѣлать такой кирпичъ пригоднымъ для кладки сводовъ не одной какой-либо опредѣленной кривизны, а разной и тѣмъ сокращать число различныхъ формъ лекальнаго кирпича.

Допустивъ предѣльныя толщины шва въ его началѣ и концѣ, а именно: 0,16 и 0,4 вершка, нетрудно вычислить предѣльные радіусы кривизны сводовъ разной толщины, которые могутъ быть сложены изъ простаго кирпича или лекальнаго данной формы.

Дѣйствительно, опредѣлимъ минимальный радіусъ кривизны свода толщиной въ одинъ кирпичъ, который можетъ быть сложенъ изъ простаго стѣннаго кирпича.

$$R : R + 6 = (1,5 + 0,16) : (1,5 + 0,4) = 1,66 : 1,9$$

$$R : R + 6 - R = 1,66 : 1,9 - 1,66 = 1,66 : 0,24$$

$$R = \frac{6 \cdot 1,66}{0,24} = \frac{10}{0,24} = 42 \text{ вершка.}$$

Клинообразная форма кирпича, нужнаго для кладки цилиндрическихъ сводовъ, можетъ быть образована притескою простаго. Постепенное утоненіе кирпича отъ одного его конца къ другому не должно, однако, переходить за нѣкоторые предѣлы, такъ какъ иначе утоненный конецъ легко можетъ обломаться. За предѣлъ утоненія можно принять треть толщины кирпича, т. е. толщину кирпича въ тонкомъ его концѣ можно доводить до одного вершка. Такъ какъ

наружная корка кирпича обладает большею прочностью, чѣмъ внутренняя его часть, то, очевидно, правильнѣе утоненіе кирпича производить съ одной только его стороны, т. е. стесывать только одну корку, а не двѣ. Подобное стесываніе нарушаетъ симметричность формы кирпича, а потому допустимо только для кирпичей, идущихъ во внутрь свода и не выходящихъ наружу на щековыхъ плоскостяхъ.

Иногда можно довольствоваться притескою не всѣхъ кирпичей, а половины, чередуя притесанные кирпичи съ непритесанными.

Лекальные кирпичи для сводовъ дѣлаются тычковые и ложковые. Предѣльное утоненіе такихъ кирпичей тоже не слѣдуетъ дѣлать болѣе одной трети толщины. Ведя кладку свода изъ притесаннаго или лекальнаго кирпича, толщину швовъ можно сохранять постоянною или измѣнять. Очевидно, при предѣльномъ утоненіи кирпича и предѣльномъ же утолщеніи шва, можно достигнуть наибольшей кривизны свода. Опредѣлимъ минимальной радіусъ кривизны свода толщиной въ полъ-кирпича.

$$R : R + 3 = (1 + 0,16) : (1,5 + 0,4)$$

$$R : 3 = 1,16 : 0,74$$

$$R = \frac{3 \cdot 1,16}{0,74} = 4\frac{2}{3} \text{ вершка.}$$

Принявъ толщину продольныхъ заусенковъ въ кирпичной кладкѣ равною 0,25 вр., нетрудно вычислять минимальные радіусы кривизны сводовъ разной толщины.

Результаты такого вычисленія приведены въ слѣдующей таблицѣ.

| Толщина свода.  |              | Кирпичъ простой. | Кирпичъ притесанный или лекальный съ продольнымъ уклоненіемъ. |                   |
|-----------------|--------------|------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------|
| Въ кирпичачахъ. | Въ вершкахъ. |                  | Швы постоянной толщины.                                       | Швы утолщающіеся. |
| 1/2             | 3            | = 1 ар. 5 вер.   | 7 вер.                                                        | 4 3/4 вер.        |
| 1               | 6            | = 2 „ 10 „       | 14 „                                                          | 9 1/2 „           |
| 1 1/2           | 9,25         | = 4 „ 3/4 „      | 1 ар. 5 1/2 „                                                 | 14 1/2 „          |
| 2               | 12,25        | = 5 „ 5 3/4 „    | 1 „ 12 1/2 „                                                  | 1 ар. 3 1/2 „     |
| 2 1/2           | 15,50        | = 6 „ 12 1/2 „   | 2 „ 4 „                                                       | 1 „ 8 1/2 „       |
| 3               | 18,50        | = 8 „ 1 1/2 „    | 2 „ 11 „                                                      | 1 „ 13 „          |



Первою попыткою въ этомъ направленіи былъ *англійскій способъ кладки* цилиндрическихъ сводовъ.

Англійскій способъ кладки сводовъ заключается въ томъ, что толстый сводъ раздѣляется на нѣсколько тонкихъ слоевъ, которые и кладутся независимо одинъ отъ другого. Такъ какъ тонкіе своды— въ  $\frac{1}{2}$  или 1 кирпичъ—можно класть при весьма малыхъ радіусахъ кривизны, то, очевидно, изъ нѣсколькихъ тонкихъ слоевъ можно образовать сводъ любой толщины (черт. 237).

Съ раздѣленіемъ свода на слои или, какъ ихъ принято называть, *кольца*, отчасти нарушается третье правило разрѣзки каменной кладки: въ сводѣ появляются сквозные швы по направленію главнаго усилія. Для ослабленія вреда отъ такихъ сквозныхъ швовъ обкновенно пользуются прокладною плитою или зубчатою кладкою отдѣльныхъ колець (черт. 238). При очень большой толщинѣ свода или арки ихъ разбиваютъ на нѣсколько секторовъ, а каждый секторъ на нѣсколько колець; швы между кольцами одного сектора располагаютъ въ перевязку со швами смежныхъ секторовъ, какъ это показано на черт. 239. Между отдѣльными секторами полезно класть прокладные ряды изъ тесанаго камня.

**Разрѣзка простыхъ цилиндрическихъ сводовъ.** Всякій прямой горизонтальный цилиндрическій сводъ можно разсматривать какъ стѣну, изогнутую по кривой направляющей. Вслѣдствіе этого извѣстные уже намъ приемы разрѣзки отдѣльныхъ слоевъ стѣнъ вполнѣ примѣнимы и къ разрѣзкѣ отдѣльныхъ клиньевъ свода. Щеки свода кладутся или какъ вертикальныя ограниченія стѣнъ (черт. 240) или какъ углы (черт. 241), а гурты и подпружные арки—какъ утолщенія стѣнъ въ планѣ (черт. 242 и 243). Утолщеніе сводовъ дѣлается уступами въ  $\frac{1}{2}$  кирпича (черт. 244).

Архитектурные своды и отдѣльныя кольца англійскихъ сводовъ кладутся такъ, какъ тонкія стѣны. Иногда архитектурные своды кладутъ какъ ряды арокчекъ, шириною въ четверть кирпича (черт. 245). Для кладки архитектурныхъ сводовъ толщиной въ полъ кирпича, перекрывающихъ замкнутыя пространства, рекомендуется *елочная* или *косая* кладка, показаная на черт. 246 и 247. Въ обоихъ этихъ способахъ ряды кирпичей кладутся въ плоскостяхъ, наклоненныхъ къ опорнымъ стѣнамъ подъ угломъ въ  $45^\circ$ . Въ первомъ способѣ, кладка на-

чинается по срединѣ и ведется къ угламъ, а во второмъ кладка начинается у угловъ и ведется къ срединѣ свода.

Преимущества косой кладки сводовъ заключаются въ томъ, что часть давленія передается щековымъ стѣнамъ, и гораздо труднѣе образуются трещины. Къ недостаткамъ этого способа слѣдуетъ отнести необходимость нѣкоторой притески кирпича, такъ какъ онъ своею длинною стороною ложится не по направленію прямолинейныхъ производящихъ, а по дугамъ эллипсовъ. Впрочемъ, при большихъ радіусахъ сводовъ и хорошемъ растворѣ можно довольствоваться притескою только концовъ кирпича или и вовсе обходится безъ нея, нѣкоторая же неровность внутренней поверхности при употребленіи штукатурки даже полезна. Для елочной кладки нужно имѣть болѣе опытныхъ рабочихъ, чѣмъ для простой кладки.

Прямые сходящіе своды, въ случаѣ небольшого уклона производящихъ, кладутся такъ же какъ и горизонтальные съ тою только разницею, что заусенки смежныхъ слоевъ понемногу забѣгаютъ впередъ (черт. 248). Вертикальность щековыхъ плоскостей достигается притескою соответственныхъ кирпичей. При малой толщинѣ такихъ сводовъ, особенно если они пологіе, пользуются елочною кладкою. При большомъ уклонѣ производящихъ поступаютъ двояко: сходящій сводъ замѣняютъ цѣлымъ рядомъ короткихъ горизонтальныхъ сводовъ, ступенчаторасположенныхъ (черт. 249) или его кладутъ такъ же какъ и горизонтальный, но ось и щековыя его плоскости располагаютъ наклонно. Въ послѣднемъ случаѣ съ низовой стороны сводъ упираютъ въ *оголовки* съ горизонтальнымъ сводомъ (черт. 250).

Косые горизонтальные своды большею частью или разбиваютъ на цѣлый рядъ короткихъ прямыхъ (черт. 251) или, еще чаще, замѣняютъ однимъ прямымъ, только косо поставленнымъ (черт. 252). Дѣлается это съ цѣлью избѣжанія сравнительно сложной по разбивкѣ гелисоидальной кладки. Ввиду того, что такую кладкою въ настоящее время пользуются сравнительно рѣдко, мы ограничимся только указаніемъ на сочиненія, въ которыхъ о ней можно почерпнуть болѣе подробныя свѣдѣнія:

F. Hoffmann «Theoretische und praktische Anleitung zum Eutwurfe und Ausführung schifer Ziegel-und Quader-Brückengewölbe».

J. Pillet. «Traité de Stereotomie».

J. Weillet. «Projective Anleitung über Steinschnitt».

**Разрѣзка арокъ.** Всякую арку можно разсматривать какъ столбъ, изогнутый по кривой направляющей. Поэтому все сказанное о разрѣзкѣ столбовъ примѣнимо и къ разрѣзкѣ арокъ, а именно: если арка имѣетъ квадратное поперечное сѣченіе или весьма близкое къ нему, то ее слѣдуетъ класть какъ уголь, т. е. мѣняя въ каждомъ послѣдовательномъ слѣб направленіе тычковь (черт. 253). Если сѣченіе арки прямоугольное, то ее слѣдуетъ класть какъ стѣну, по концамъ вертикально ограниченую. (Черт. 254).

Если двѣ или четыре арки имѣютъ общую опору, напр. при перекрытіи большого пространства цѣлою системою крестовыхъ сводовъ, усиленныхъ подпружными арками, то общая пята такихъ арокъ большею частью дѣлается изъ тесаного камня или чугуна (черт. 255). Пяты изъ тесоваго камня при кирпичныхъ опорахъ (черт. 256) вообще крайне желательны, такъ какъ при образованіи пяты изъ кирпича ослабленіе его притескою является неизбѣжнымъ. Тесовымъ камнемъ пользуются иногда и для замыканія кирпичныхъ арокъ; на черт. 257 показанъ тесовый замокъ стрѣльчатой арки.

*Разрѣзка плоскихъ перемычекъ.* — Плоскости первой системы разрѣзки въ этомъ случаѣ не могутъ быть нормальны къ внутренней направляющей—прямой линіи, такъ какъ при этомъ потерялась бы клинообразная форма камней и перемычка перестала бы быть аркою. Обыкновенно первая система разрѣзки перемычки ведется такимъ образомъ, что всѣ наружные швы проходятъ черезъ одну точку (центр), лежащую отъ середины внутренней ея поверхности на разстояніи, равномъ удвоенному ея пролету (черт. 258). Разстояніе между швами опредѣляется или по дугѣ  $abc$ , или по хордѣ  $ac$ .

При перекрытіи отверстій съ разсвѣтомъ ( $ab$ ) и фальцемъ ( $bcd$ ) (черт. 259), пролетъ перемычки неодинаковъ съ обѣихъ сторонъ:  $aa > bb > dd$ .—Въ этомъ случаѣ можно поступить двояко: 1) сдѣлать перемычку по наибольшему ея пролету, причемъ съ наружной стороны стѣны она будетъ длиннѣе ширины отверстия (черт. 260), что впрочемъ не имѣетъ значенія, если стѣна будетъ штукатуриться, или—2) сдѣлать перемычку со ступенчатыми пятами, какъ показано на черт. 261.

**Разрѣзка сложныхъ цилиндрическихъ сводовъ.** Сомкнутые своды употребляются вообще сравнительно рѣдко и то въ видѣ легкихъ архитектурныхъ, толщиною въ полъ-кирпича.



Отдѣльные лотки такого свода образуются прямою кладкою цилиндрическихъ сводовъ, т. е. изъ ряда продольныхъ клиньевъ, при этомъ, при чередованіи клиньевъ смежныхъ лотковъ, въ углахъ соблюдается перевязка швовъ, какъ показано на черт. 262. Для достиженія этой перевязки крайніе кирпичи каждаго ряда притесываются, причемъ уголь притески постепенно измѣняется при переходѣ отъ нижнихъ рядовъ къ верхнимъ. Лотки такихъ сомкнутыхъ сводовъ обыкновенно усиливаются гуртами, расположенными по срединѣ ихъ длины (черт. 263).

Въ статьѣ о распредѣленіи усилій были указаны требованія, которымъ должна удовлетворять разрѣзка крестоваго свода: въ распалубкахъ—плоскости первой системы разрѣзки должны быть нормальны къ внутренней поверхности, а въ ребрахъ — къ діагональнымъ кривымъ.

Въ инженерномъ дѣлѣ крестовые своды дѣлаются почти исключительно изъ тесанаго камня и бетона; кирпичные же своды употребляются главнымъ образомъ въ архитектурѣ. Въ сводахъ изъ тесанаго камня точное выполненіе вышеупомятыхъ требованій не представляетъ затрудненій и неудобствъ, однако, какъ увидимъ ниже, и въ этомъ случаѣ постелей, нормальныхъ къ діагональнымъ кривымъ не дѣлаютъ. При употребленіи для кладки сводовъ кирпича, послѣднему, для достиженія правильной разрѣзки, связанаго съ измѣненіемъ направленія постелей, нужно придавать сравнительно сложную форму; послѣднее хотя и выполнимо, но представляетъ большія неудобства, почему въ большинствѣ случаевъ или видоизмѣняется конструкція свода или дѣлается отступленіе отъ теоретически правильной разрѣзки.

Въ первомъ случаѣ, по направленію діагональныхъ кривыхъ устраиваются отдѣльныя подпружныя арки, которыми и поддерживаютъ распалубки \*). Арки эти дѣлаются изъ кирпича или изъ

---

\*) При полуциркульныхъ распалубкахъ діагональныя арки имѣютъ эллиптическое очертаніе. Ввиду сравнительной трудности кладки эллиптическихъ арокъ, ихъ замѣняли круговыми, но это влекло за собою эллиптическую форму распалубокъ. Съ цѣлью совершеннаго устраненія эллиптическихъ кривыхъ изъ крестоваго свода, распалубки стали дѣлать стрѣльчатыми: очерчивая ихъ двумя пересѣкающимися дугами круга того же радіуса, какъ и діагональныя арки. Этимъ путемъ изъ крестоваго свода постепенно вырабатался типъ сводовъ *лотическихъ*.

тесаного камня, а распалубки изъ кирпича. Толщина распалубокъ— отъ  $\frac{1}{2}$  до 1 кирпича, а арокъ—1 до  $1\frac{1}{2}$  кирпича. Сопряженіе подпружныхъ арокъ съ распалубками показано на черт. 264.

Въ большинствѣ случаевъ дѣлаются отступленія отъ нормальности разрѣзки. Отступленія эти бываютъ двухъ видовъ:

1) при образованіи реберъ свода игнорируется требованіе нормальности постелей къ діагональнымъ кривымъ (черт. 265) или

2) при образованіи распалубокъ игнорируется требованіе нормальности постелей къ внутренней ихъ поверхности.

Распалубки при этомъ образуютъ изъ косой или елочной кладки (черт. 266). Плоскости разрѣзки косой кладки распалубокъ проводятся нормально къ кривымъ направляющимъ діагональныхъ реберъ. По направленію реберъ утолщеніемъ кладки образуютъ гурты. На черт. 267 показано расположеніе кирпичей въ смежныхъ слояхъ косой кладки двухъ половинъ соприкасающихся распалубокъ. Если крестовый сводъ ограниченъ щековыми стѣнами, то распалубки своею щековою стороною упираются въ эти стѣны; если же сводъ поддерживается только столбами, то для опоры распалубокъ, какъ состоящихъ изъ наклонныхъ арокъ и производящихъ нѣкоторый распоръ, перекидываютъ между столбами отдѣльныя опорныя (подпружныя) арки.

**Разрѣзка купольныхъ и парусныхъ сводовъ** ведется правильными коническими кольцами изъ притесаннаго кирпича съ утолщающимися швами. Отдѣльные паруса обыкновенно образуются изъ простой кладки, горизонтальными рядами, постепенно все болѣе и болѣе свѣшивающимися (черт. 268). Это, съ одной стороны, облегчаетъ работу, а съ другой—уменьшаетъ распоръ свода, такъ какъ свѣшивающіяся части горизонтальной кладки, стремясь опрокинуться во внутрь перекрываемаго пространства, даютъ горизонтальныя составляющія, дѣйствующія по направленію противоположному распору купола. Иногда паруса образуютъ изъ ряда тонкихъ перемычекъ. Полные парусные своды можно образовывать и изъ елочной кладки, какъ это показано на черт. 269.

Въ остальныхъ видахъ архитектурныхъ сводовъ употребляется главнымъ образомъ елочная кладка.

Такъ какъ купола употребляются обыкновенно для перекрытія

сравнительно большихъ пространствъ, то въ видахъ ихъ облегченія слѣдуетъ отдавать предпочтеніе лекальному пустотѣлому кирпичу.

Здѣсь кстати будетъ замѣтить, что сооруженіе куполовъ натолкнуло строителей на мысль употреблять, съ цѣлью облегченія кладки, пустотѣлый кирпичъ, который въ началѣ, какъ было уже сказано, имѣлъ форму горшковъ или, правильнѣе, амфоръ—сосудовъ съ острымъ нижнимъ концомъ. Не лишенъ интереса самый способъ кладки куполовъ изъ такихъ горшковъ. Состоялъ онъ въ томъ, что въ горло перваго горшка вставлялся заостренный конецъ втораго горшка, въ горло втораго—заостренный конецъ третьяго и т. д. Образованная этимъ способомъ непрерывная линія горшковъ свивалась спирально такимъ образомъ, что послѣдовательные обороты соприкасались между собою (черт. 270). Для образованія купола надо было только соотвѣтственнымъ образомъ постепенно уменьшать діаметръ послѣдовательныхъ оборотовъ спирали.

Въ нижнихъ частяхъ купола спирали навивалась въ 3 слоя, а выше—въ два слоя.

Отдѣльные горшки и обороты спирали связывались между собою гидравлическимъ растворомъ.

На черт. 271 показанъ разрѣзъ части такого купола надъ храмомъ Св. Виталія въ Ровеннѣ. Горшки имѣли слѣдующіе размѣры: діаметръ 8 сант., длина 15—18 сант.

Изъ подобныхъ же горшковъ, но нѣсколько бѣльшаго размѣра, сдѣлана была и забутка.

---

## Г Л А В А VIII.

### Разрѣзка тесовой кладки.

Тесовый камень можно имѣть въ кускахъ любой формы и любого размѣра. Ввиду этого оказывается возможнымъ тесовымъ сооруженіямъ придавать любыя формы и при разрѣзкѣ ихъ строже придерживаться основныхъ правилъ.

Относительно формъ камней можно сдѣлать слѣдующія общія замѣчанія: надо стараться избѣгать острыхъ угловъ; острые углы, выходящіе внаружу, полезно притуплять; входящихъ угловъ надо

тоже избѣгать, если же они неизбежны, то слѣдуетъ по возможности укорачивать отъ стороны. Во всякомъ случаѣ входящія углы менѣе опасны, чѣмъ острые.

Относительные размѣры камней, какъ сказано выше, должны опредѣляться въ зависимости отъ крѣпости данной породы и удобствъ перевязки, причемъ наибольшіе размѣры  $l$  или  $b$  ни въ какомъ случаѣ не должны превосходить  $4h—5h$ , а наименьшіе не должны быть менѣе  $h$ . Обыкновенно длина ложка  $= 2h—3h$ , а ширина  $h—2h$ ; ширина тычка дѣлается въ  $1/2—1/3$  длины ложка, т. е.  $h—1 1/2h$ , а длина  $2h—3h$ . Только длину сквозныхъ тычковъ можно доводить до  $4h—5h$  и то лишь при очень крѣпкой породѣ камня. Во всякомъ случаѣ длина тычковъ должна быть болѣе ширины ложковъ по крайней мѣрѣ на  $1/2h$ , для возможности достиженія перевязки. Обыкновенно величина перекрытія наружныхъ швовъ равна  $1/2h—h$ . Наименьшая абсолютная величина перекрытія не должна быть менѣе 0,05 саж. Наиболѣе совершенною кладкою будетъ та, въ которой заусенки одного слоя приходятся надъ серединами камней смежныхъ слоевъ.

Абсолютные размѣры камней приходится сообразовывать со строеніемъ породы, назначеніемъ сооруженія и съ тѣми средствами, какими мы можемъ располагать для перемѣщенія ихъ къ мѣсту работъ и для укладки. Если порода сплошная, высота камней можетъ быть назначаемая по произволу; если же порода слоистая, то высота камней ограничивается высотой слоя, такъ какъ въ кладкѣ камень долженъ укладываться на его естественныя постели.

При разрѣзкѣ тесовой кладки сооруженій, подвергающихся ударамъ волнъ и т. п. пользуются иногда притескою, т. е. отдѣльнымъ камнямъ придаютъ такую форму, которая обуславливаетъ нераздѣльность массива. На черт. 272 показанъ планъ и разрѣзъ кладки Эддистоскаго маяка, причемъ форма камней устраняетъ возможность перемѣщенія какъ отдѣльныхъ камней внутри одного слоя, такъ и одного слоя по другому. Обыкновенно довольствуются притескою камней въ предѣлахъ одного слоя, устраняя этимъ только возможность раслоенія кладки. Для устраненія же сдвиженія одного слоя по другому прибѣгаютъ къ вставнымъ тычкамъ, проходящимъ черезъ два слоя кладки (черт. 273), чаще же съ этою цѣлью пользуются пиронами.

Притеска камней въ предѣлахъ слоя достигается, какъ извѣстно, двумя способами: ограниченіемъ камней въ формѣ ласточкиныхъ

хвостовъ или съ прямоугольными заплечиками (черт. 274). Въ смежныхъ слояхъ кладки камнямъ придаются нѣсколько иныя формы, какъ это показано на черт. 275.

Для того чтобы при обтескѣ камней въ формѣ ласточкина хвоста ребра ихъ не были слишкомъ слабы, обыкновенно углы между гранями не дѣлаются менѣе 80°. Наконецъ, для совершеннаго устраненія острыхъ угловъ въ очертаніяхъ камней, выступающихъ на лицевую поверхность кладки, такіе углы притупляются плоскостью, нормальной къ лицу кладки, при чемъ длина нормальной части заусенка равняется 4—8" (черт. 276).

Глубина вытески заплечиковъ дѣлается приблизительно равною  $\frac{1}{30}$  длины или ширины камня.

Вообще притеска требуетъ болѣе опытныхъ рабочихъ, обходится дорого, а потому для обезпеченія нераздѣльности тесовой кладки чаще прибѣгаютъ къ связямъ; впрочемъ, иногда пользуются обоими способами одновременно, т. е. и притескою, и связями.

Въ послѣднее время, работая на хорошемъ цементѣ, перестаютъ употреблять и связи.

**Разрѣзка массивовъ, ограниченныхъ вертикальными поверхностями.** Къ такимъ массивамъ относятся стѣны и отдѣльныя опоры.

Отдѣльные слои кладки стѣнъ образуются или сплошь изъ однихъ только ложковъ или тычковъ, или ложки чередуются съ тычками; причемъ размѣры тѣхъ и другихъ дѣлаются или одинаковые во всѣхъ слояхъ и въ каждомъ слое въ отдѣльности, или не одинаковые. На черт. 277 показаны различные виды перевязки наружныхъ швовъ тесовой кладки.

Слои сравнительно тонкихъ тесовыхъ стѣнъ по направленію ихъ толщины могутъ быть образованы изъ одного, двухъ, много—трехъ камней, а разрѣзка смежныхъ слоевъ произведена такъ, какъ показано на черт. 278.

Образованіе угловъ показано на черт. 279. Очевидно, оба эти способа одинаково примѣнимы какъ къ прямымъ, такъ и къ острымъ или тупымъ угламъ.

Примыканіе одной стѣны къ другой показано на черт. 280.

Столбы, простѣнки и колонны не большаго измѣренія въ планѣ

кладутся или изъ цѣльныхъ, неразрѣзанныхъ слоевъ (барабановъ), или изъ слоевъ кладки, составленныхъ изъ 2—4 камней, какъ это показано на черт. 281. Отдѣльные камни соединяются между собою связями.

Подобно колоннамъ кладутся и головы быковъ (промежуточныхъ мостовыхъ опоръ). Головами быка называются концы его, ограниченные криволинейною или многогранною поверхностью. Головы быка стараются образовать изъ возможно большихъ камней. Въ случаѣ ограниченія быка многогранною поверхностью, во избѣжаніе острыхъ угловъ въ очертаніяхъ камней, черезъ вершины угловъ заусенковъ не проводятъ. На черт. 282 показаны примѣры разрѣзки головъ.

Массивы большихъ измѣреній въ планѣ слишкомъ рѣдко дѣлаются сплошь изъ тесаного камня, а потому и останавливаться на нихъ не будемъ. Наоборотъ, отдѣльные слои тесовой кладки большихъ размѣровъ въ планѣ употребляются очень часто и извѣстны подъ названіемъ *прокладныхъ рядовъ*. Прокладные ряды кладутся въ массивахъ изъ бутовой или кирпичной кладки, имѣющихъ значительную высоту или подверженныхъ очень большой нагрузкѣ. Слои эти кладутся въ такихъ случаяхъ черезъ каждыя 1—2 саж. по высотѣ. Назначеніе этихъ рядовъ заключается: 1) въ воспріятіи болѣе или менѣе неправильно распределеннаго давленія верхней части массива и въ возможно болѣе равномерной передачѣ его нижней части и 2) въ увеличеніи сопротивленія массива разслоенію. Для достиженія первой цѣли прокладные ряды должны состоять изъ возможно меньшаго числа возможно большихъ камней (не менѣе 0.1 кв. саж.) достаточной толщины (0.15—0.3 саж.), а для достиженія второй—должны быть приняты мѣры къ устраненію возможности разъединенія камней, а именно всѣ камни прокладного ряда должны быть притесаны одинъ къ другому или соединены между собою связями. Такъ какъ прокладные ряды обыкновенно состоятъ всего изъ одного только слоя тесовой кладки, то, очевидно, при этомъ не можетъ возникать вопроса о перевязкѣ швовъ смежныхъ слоевъ или, другими словами, объ относительныхъ размѣрахъ отдѣльныхъ камней въ планѣ; по этому въ отдѣльныхъ рядахъ можно, напр., употреблять и квадратные камни. Съ другой стороны, при укладкѣ прокладныхъ рядовъ можно замѣтить стремленіе къ уничтоженію

сквозныхъ швовъ въ самомъ слоѣ, т. е. ко внутренней перевозкѣ заусенковъ. На черт. 283 показанъ примѣръ разрѣзки и расположенія связей въ прокладномъ ряду мостового устоя. Если прокладные ряды кладутся изъ тонкой плиты, то они состоятъ изъ 2—3 слоевъ.

**Разрѣзка массивовъ, ограниченныхъ наклонными поверхностями.** Боковыя грани мостовыхъ опоръ очень часто бываютъ ограничены не вертикальными, а наклонными поверхностями, большею частью плоскостями и конусами, съ уклономъ производящихъ отъ  $\frac{1}{20}$  —  $\frac{1}{15}$ . Равнымъ образомъ наклонныя поверхности имѣютъ стѣны маяковъ, подпорныя стѣнки, стѣнки набережныхъ и т. п.

Если первая система плоскостей разрѣзки проведена горизонтально, наружные камни, служащіе для образованія наклонной поверхности мостовыхъ опоръ, должны имѣть углы весьма близкіе къ прямому. Такіе углы не представляютъ особой опасности въ смыслѣ выкрашиванія, а потому обыкновенно и не принимается никакихъ мѣръ къ ихъ устраненію. При большей пологости поверхностей, ограничивающихъ каменный массивъ, острые углы могутъ быть притуплены, какъ это показано на черт. 284, причемъ слои кладки остаются горизонтальными. Въ подобномъ же случаѣ острые углы могутъ быть устранены разрѣзкою, показаною на чертежѣ 285, т. е. введеніемъ входящихъ угловъ. Эта разрѣзка имѣетъ, однако, слѣдующіе недостатки: вытеска тупаго входящаго угла *bcd* представляетъ затрудненія и можетъ вредно вліять на достоинства кладки: въ случаѣ употребленія слоистой породы, треугольникъ *abc* легко можетъ откалываться, вода, стекающая по наклонной поверхности стѣнки, легко можетъ попадать въ швы кладки и т. д. При еще большей пологости наружной поверхности кладки, разрѣзка ея дѣлается такъ, какъ показано на черт. 286.

**Разрѣзка ледорѣзовъ.** Ледорѣзомъ называется наклонная часть каменнаго быка, служащая для измельченія льдинъ предъ проходомъ ихъ подъ мостомъ. Ледъ, набѣгая на ледорѣзъ, разрушается двумя способами: ударяясь объ ледорѣзъ и раскалываясь, или поднимаясь по немъ отъ напора заднихъ льдинъ и переламываясь дѣйствіемъ собственнаго вѣса.

Уклонъ верхняго ребра ледорѣза дѣлается отъ  $\frac{1}{2}$  до  $\frac{1}{1}$  и круче. Снаружи ледорѣзы ограничиваются цилиндрическими, кони-

ческими или косыми поверхностями или двумя пересѣкающимися плоскостями съ острымъ или притупленнымъ (закругленнымъ) ребромъ.

Ледорѣзы бываютъ двоякаго вида: суживающіеся къ концу (къ носу, черт. 287) или уширяющіеся (черт. 288).

Въ качествѣ направляющихъ цилиндрическихъ или коническихъ поверхностей ледорѣза пользуются дугами круговъ или эллипсовъ; въ послѣднемъ случаѣ эллипсы — направляющія располагаются такимъ образомъ, чтобы горизонтальными сѣченіями поверхности были круги. Переднюю часть ледорѣза ограничиваютъ вертикально или наклонно цилиндрическою или коническою поверхностью, или двумя пересѣкающимися плоскостями. Боковыя грани ледорѣза дѣлаются касательными какъ къ носу ледорѣза, такъ и къ головѣ быка.

Разрѣзка ледорѣза на слои производится плоскостями горизонтальными (черт. 287), или нормальными къ рѣзущему ребру (черт. 288). Горизонтальные слои допускаются въ томъ только случаѣ, когда уклонъ ледорѣза большой, а камень твердъ и имѣется въ кускахъ большой толщины. Разрѣзка горизонтальныхъ слоевъ производится плоскостями, нормальными къ линіи очертанія слоя въ планѣ. Разрѣзка на слои, нормальные къ рѣзущему ребру, представляетъ то преимущество, что при ней устраняются острые углы камней. Разрѣзка отдѣльныхъ слоевъ производится плоскостями, нормальными къ вѣшней поверхности ледорѣза (черт. 289). Сопряженіе наклонныхъ слоевъ кладки съ горизонтальными производится при помощи ступеней (черт. 290). Черезъ ребра выступающихъ и входящихъ угловъ швовъ не проводятъ. Внутреннія грани ледорѣзныхъ камней располагаютъ такимъ образомъ, чтобы по возможности были устранены острые двугранные углы при сопряженіи наклонной кладки ледорѣза съ остальною частью быка (черт. 291).

Для возможности правильной обтески ледорѣзныхъ камней, ввиду ихъ сложной формы, необходимо построить въ натуральную величину шаблоны всѣхъ ихъ граней. Рѣшеніе этой задачи будетъ изложено ниже.

**Разрѣзка тесовыхъ арокъ и сводовъ.** Своды являются одною изъ наиболѣе употребительныхъ конструкцій изъ тесоваго камня.

Въ инженерномъ дѣлѣ главнымъ образомъ пользуются простыми цилиндрическими сводами при постройкѣ мостовъ, трубъ подъ насыпями, одежды тунелей. Рѣже приходится пользоваться крестовыми



и купольными сводами. Разрѣзка цилиндрическихъ тесовыхъ арокъ и сводовъ дѣлается по тѣмъ же самымъ правиламъ, какъ и разрѣзка сводовъ кирпичныхъ, разница заключается только въ томъ, что размѣры отдѣльныхъ клиньевъ могутъ быть избираемы болѣе произвольно, утолщеніе свода можно дѣлать постепенно, а не уступами. Каждый клинъ тесоваго свода составляется изъ нѣсколькихъ камней по длинѣ, а въ случаѣ надобности и по высотѣ (т. е. по толщинѣ свода). Отдѣльные камни свода могутъ быть ложковыми или тычковыми, смотря по положенію наибольшаго ихъ измѣренія; въ смежныхъ клиньяхъ соблюдается перевязка швовъ. Размѣры отдѣльныхъ камней каждаго клина должны удовлетворять тѣмъ же условіямъ, какъ и отдѣльные камни въ обыкновенныхъ стѣнахъ, а именно: ширина камня (по направленію длины свода) должна быть больше толщины его (которая соотвѣтствуетъ высотѣ камней въ обыкновенной кладкѣ) въ 1—3 раза, длина камня (по направленію толщины свода) должна быть въ  $1\frac{1}{2}$ —4 раза болѣе толщины. Толщина камней, считая по внутренней направляющей свода, бываетъ 0,10—0,25 саж.; длина — 0,20 — 0,50 саж., смотря по размѣрамъ и нагрузкѣ свода, ширина — 0,25—0,6 саж.

Внѣшняя поверхность сводовъ бываетъ кривая или уступчатая. Уступы на внѣшней поверхности сводовъ и арокъ дѣлаются для лучшаго сопряженія ихъ съ забуткою (черт. 292) или съ кладкою тѣхъ стѣнъ, на поверхность которыхъ выходятъ ихъ щечовыя плоскости (черт. 292).

Тесовыя арки и своды удобно пропускаются во внутрь кладки опоръ, какъ показано на черт. 293.

Если направляющею свода или арки служить полуокружность, то сопряженіе ея клиньевъ со слоями кладки щечовой стѣны можетъ быть произведено по одному изъ способовъ, показанныхъ на черт. 294—297.

Разница между этими способами заключается въ слѣдующемъ:

При сопряженіи, показаномъ на черт. 294, толщина слоевъ кладки стѣны сохраняется неизмѣнною по всей ея высотѣ, длина швовъ кладки свода (толщина свода) остается неизмѣнною, а толщина клиньевъ, измѣряемая по внутренней кривой направляющей, постепенно возрастаетъ въ направленіи отъ пятъ къ замку.

При сопряженіи, показаномъ на черт. 295, толщина клиньевъ

и длина швовъ или толщина свода остаются неизмѣнными, но за то слои кладки стѣны постепенно утоняются.

При сопряженіи, показаномъ на черт. 296, толщина слоевъ стѣны и клиньевъ сохраняется неизмѣнными, а длина швовъ свода возрастаетъ въ направленіи отъ пять къ замку.

Сохранить толщины слоевъ кладки стѣны и клиньевъ можно также приданіемъ послѣднимъ такой формы, какая показана на черт. 297. Однако, это сопряжено съ неудобствомъ имѣть камни со входящими углами.

Если сводъ тесовый, а стѣна на которой располагается щековая плоскость свода, сдѣлана изъ бутовой кладки, сопряженіе удобнѣе дѣлать такъ, какъ показано на черт. 298.

При небольшомъ пролетѣ арокъ или сводовъ внѣшнею ихъ направляющею можетъ служить прямая линія (черт. 299).

Если изъ тесоваго камня образуется плоская перемишка, то является возможность устранить или уменьшить острые углы, какъ это показано на черт. 300.

Прямые сходящіе своды при небольшимъ уклонѣ, подобно сводамъ кирпичнымъ, кладутся какъ прямые или замѣняются прямыми, ступенчато расположенными. При большемъ уклонѣ сходящіе своды обыкновенно замѣняются рядами прямыхъ, расположенныхъ наклонно.

Косые своды для достиженія нормальности постелей къ кривымъ давленіямъ приходится разрѣзать косыми гелисоидальнымъ поверхностями (черт. 301). Ввиду сравнительной трудности вытесывать соответственной формы камни, косые тесовые своды, подобно кирпичнымъ, или разбиваютъ на ряды прямыхъ, расположенныхъ ступенчато, или замѣняютъ прямыми, косо поставленными.

Разрѣзка крестовыхъ сводовъ изъ тесоваго камня производится плоскостями, нормальными къ поверхностямъ распалубокъ, причемъ швы клиньевъ на внутреннихъ поверхностяхъ обѣихъ распалубокъ располагаются въ однѣхъ и тѣхъ же горизонтальныхъ плоскостяхъ (черт. 302). Въ углахъ пересѣченія распалубокъ располагаются цѣльные угловые клинья, равно какъ и въ вершинѣ свода (черт. 303). Угловые камни можно обтесывать и такимъ образомъ, чтобы они имѣли по три верхнихъ и по три нижнихъ постели, при чемъ постели эти были бы нормальны къ давленіямъ

въ распалубкахъ и къ діагональнымъ (черт. 304), однако, подобная разрѣзка по ея излишней сложности употребляется рѣдко.

На подобіе крестоваго свода производится разрѣзка отдѣльных распалубокъ, примыкающихъ къ цилиндрическому своду (этотъ случай разрѣзки встрѣчается при устройствѣ нишъ въ тоннеляхъ).

Разрѣзка купольныхъ сводовъ производится вполнѣ согласно теоретическимъ требованіямъ, а именно: куполь раздѣляется на круговые клинья съ коническими постелями, а каждый клинь на камни, ограниченные меридіональными плоскостями.

Другіе виды тесовыхъ сводовъ почти не имѣютъ приложенія въ инженерномъ дѣлѣ, а потому и не будемъ ихъ касаться.

**Разрѣзка кладки изъ штучнаго камня.** Если камень по своей мягкости допускаетъ легкую его распиловку, то онъ поступаетъ въ продажу въ штучномъ видѣ и продается на тысячи, подобно кирпичу. Форматъ и размѣры такого камня бываетъ различные. Такъ, напр., въ Одессѣ штучный камень заготавливается въ параллелепипедахъ слѣдующихъ размѣровъ:  $16 \times 6 \times 6$ ,  $14 \times 5 \times 5$ ,  $12 \times 4 \times 4$  вершковъ.

При разрѣзкѣ сооружений изъ такого камня приходится руководствоваться тѣми же правилами какъ и при разрѣзкѣ сооружений изъ тесоваго камня, съ тою только разницею, что размѣры сооружений приходится дѣлать кратными размѣрамъ камня, подобно тому какъ это дѣлается въ сооруженияхъ кирпичныхъ. Ввиду сравнительно малой распространенности такого камня, не станемъ входить въ подробности этого вопроса.

---

## Г Л А В А IX.

**Разрѣзка кладки изъ массивовъ.** Массивами, какъ сказано было выше, называются искусственные камни, выдѣлываемые изъ бетона и изъ бутовой кладки и употребляемые въ морскомъ строительномъ дѣлѣ. Массивы имѣютъ параллелепипедальную форму, а размѣры ихъ колеблются въ весьма широкихъ предѣлахъ: отъ кубическаго аршина до двухъ кубическихъ сажень, въ зависимости отъ силы волненія, которому массивы должны подвергаться.

Кладка из массивовъ бываетъ двоякаго рода: *накидная* и *правильная*,

Накидную (наброскою) называется такая кладка, въ которой камни занимаютъ совершенно случайное положеніе (черт. 305), обусловливаемое самимъ способомъ ея производства: камни просто бросаются въ воду. Сооруженіе, возведенное изъ накидной кладки, имѣетъ то преимущество передъ сооруженіями изъ правильной кладки, что если оно подъ вліяніемъ морского волненія придетъ въ разстройство, то его очень легко исправить добавочною наброскою.

Правильною кладкою изъ массивовъ называется такая, въ которой массивы располагаются правильными слоями, горизонтальными (черт. 306) или наклонными (черт. 307).

При расположеніи массивовъ горизонтальными слоями, соблюдается перевязка швовъ въ смежныхъ слояхъ. Въ случаѣ горизонтальной укладки массивовъ, дно моря выравнивается подсыпкою крупнаго камня. Первый слой массивовъ располагается на такой глубинѣ, до которой не доходитъ разрушительное дѣйствіе волнъ.

Расположеніе массивовъ наклонными слоями имѣетъ цѣлью предотвратить большой вредъ, который можетъ быть причиненъ сооруженію въ случаѣ подмыва его основанія: наклонные слои въ этомъ случаѣ могутъ сползать одни по другимъ, не разстраивая всего сооруженія, что почти неизбѣжно при горизонтальной укладкѣ массивовъ.

Ввиду того что кладка изъ массивовъ имѣетъ совершенно специальное назначеніе—для возведенія морскихъ сооружений, всѣ касающіеся ея детальныя вопросы излагаются въ соответствующемъ курсѣ. Поэтому мы можемъ здѣсь ограничиться только вышесказаннымъ.

Сравнительно недавно стали дѣлать бетонные массивы очень малыхъ размѣровъ, напр.  $12 \times 6 \times 4$  верш. и того меньше, и употреблять ихъ для кладки стѣнъ, фундаментовъ подъ не тяжелыя сооруженія и даже для облицовки бутовой кладки \*).

Во многихъ случаяхъ такіе массивчики могутъ оказать большую пользу, а потому они заслуживаютъ полнаго вниманія.

---

\*) Такими массивчиками были облицованы опоры небольшихъ мостиковъ на Батумской ж. д., причемъ бетонъ приготовлялся изъ гравія, который былъ подъ руками на берегу моря. Тесовый же камень приходилось возить за полтораста верствъ.

## Г Л А В А X.

### Разрѣзка бутовой кладки.

Бутовая кладка ведется на растворѣ или безъ него. Въ послѣднемъ случаѣ она носить названіе *сухой кладки*.

Сухая кладка, по способу ея производства, можетъ быть двухъ видовъ — правильная и накидная. Правильною сухой кладкою называется такая, при которой отдѣльные камни укладываются руками рабочихъ, а потому могутъ занимать вполне определенное положеніе. Накидною кладкою или наброскою называется такая, при производствѣ которой камни просто сбрасываются, сваливаются въ кучу.

Разрѣзка примѣнима къ бутовой кладкѣ, очевидно, въ томъ только случаѣ, если она правильная, если отдѣльные камни укладываются рабочими, а не бросаются.

Ввиду неправильности, случайности формъ бутоваго или рваного камня, конечно и рѣчи быть не можетъ о разрѣзкѣ совершенно правильной, тѣмъ не менѣе разрѣзка хотя и въ грубой формѣ къ такой кладкѣ примѣнима.

Степень совершенства разрѣзки зависитъ отъ строенія камня, изъ котораго ведется кладка. Такъ, кладка изъ постелистаго камня допускаетъ гораздо болѣе правильную разрѣзку, чѣмъ кладка изъ камня не постелистаго.

Дѣйствительно, если камень постелистый, то изъ него можно образовывать болѣе или менѣе правильные слои, толщина которыхъ можетъ равняться толщинѣ слоевъ камня. Если же камень не постелистый, то всѣ размѣры отдѣльныхъ камней вообще различны, а потому изъ одного ряда камней нельзя образовать слоя кладки, который былъ бы ограниченъ двумя взаимно параллельными плоскостями. Несмотря на это, при возведеніи сооружений изъ не постелистаго камня, все же примѣняютъ первое правило разрѣзки, т. е. сооруженіе дѣлятъ на слои, только слои эти образуются не изъ одного ряда камней, а изъ нѣсколькихъ, причѣмъ въ предѣлахъ одного слоя отдѣльные кампи могутъ занимать самыя разнообразныя положенія, какъ это показано на черт. 308. Въ этомъ случаѣ цѣльность слоя основывается исключительно на вяжущей

способности раствора. Высоты таких слоев выражаются обыкновенно въ круглыхъ числахъ—0,25, 0,35, 0,50 саж.

Толщина слоев постелистаго камня не бываетъ одинаковою въ одномъ и томъ же карьерѣ. Поэтому при работѣ изъ постелистаго камня его обыкновенно сортируютъ по толщинѣ слоевъ. Очень часто и качества камня въ различныхъ слояхъ бываютъ неодинаковыя.

При такихъ условіяхъ сортировка камня по толщинѣ слоевъ можетъ являться въ то же время сортировкой его и по его качествамъ.

Для доброкачественности кладки каждый ея слой слѣдуетъ вести изъ камней одинаковой толщины. Въ особенности тщательно слѣдуетъ подбирать лицевые камни, для достиженія одинаковой толщины наружныхъ швовъ постелей.

Кладка, удовлетворяющая этому условію, называется *кладкою подъ скобу* (черт. 309а).

Если всѣ слои кладки имѣютъ одинаковую толщину, то, она получаетъ названіе *кладки подъ одну скобу* \*).

Если слои камня значительно разнятся въ толщинѣ, то кладку можно производить двояко: 1) нижніе слои класть изъ болѣе толстаго камня, а верхніе изъ тонкаго или 2) допускать въ одномъ и томъ же слоѣ камни разной толщины, выравнивая мелкимъ камнемъ толщину слоя, опредѣляемую толстыми камнями (черт. 309б).

Если слои камня слишкомъ тонки, то слои кладки образуютъ изъ нѣсколькихъ слоевъ камня. Въ этомъ случаѣ толщину слоевъ дѣлаютъ такую же, какъ и при не постелистомъ камнѣ.

Что касается второго правила разрѣзки, то къ выполнению его можно только приближаться, если употребляемый камень постелистый, да и то приближеніе это не можетъ идти далѣе старанія располагать заусенки по возможности нормальнѣе къ лицу, во избѣжаніе острыхъ угловъ въ очертаніяхъ наружныхъ камней.

Несмотря на общую неправильность формъ камня, все же можно отличать между ними тычки и ложки. Тычки и ложки обыкновенно располагаютъ въ перемежку съ наружныхъ сторонъ кладки. Въ тонкихъ стѣнахъ кладутъ сквозные тычки. Въ углахъ располагаютъ,

---

\*) Скобою называютъ дощечку съ зарубкою, служащую для провѣрки толщины слоевъ кладки.

по возможности, болѣе крупные камни. Во входящихъ углахъ избѣгаютъ сходимости двухъ заусенковъ. Ряды ложковъ и тычковъ, располагаемые по периметру сооруженія, называются *верстами*. Пространство между верстами заполняютъ камнями любой формы, стараясь только о томъ, чтобы камни возможно плотнѣе примыкали одинъ къ другому, чтобы между ними не оставалось большихъ пустотъ. Пустоты не большія *защепениваются*, т. е. заполняются растворомъ и щебнемъ.

Что касается перевязки швовъ въ смежныхъ слояхъ, то такая тоже, по возможности, соблюдается, особенно на наружныхъ поверхностяхъ кладки. При такихъ условіяхъ разрѣзка двухъ смежныхъ слоевъ бутовой кладки изъ постелистаго камня должна имѣть видъ, показанный на черт. 310.

Для образованія наружныхъ поверхностей бутовой кладки обыкновенно подбираютъ болѣе крупные камни. Боковыя грани смежныхъ камней вообще не бываютъ параллельны. Во избѣжаніе очень толстыхъ заусенковъ, а равно во избѣжаніе расщепенки такихъ заусенковъ съ лица (черт. 311), боковыя грани смежныхъ камней обыкновенно *прикалываются* (черт. 312), *головы*, или стороны камней, выходящія на поверхность кладки, путемъ приколки выравниваются подъ плоскость.

При кладкѣ лицевыхъ стѣнъ, оставляемыхъ безъ штукатурки, околка лица и заусенковъ производится болѣе тщательно. Иногда же прибѣгаютъ къ *притескѣ*, которая заключается въ томъ, что у наружныхъ камней, хотя и грубо, но обтесываются головы и на нѣкоторую глубину во внутрь кладки—постели и заусенки (черт. 313), причемъ послѣдніе дѣлаютъ вертикальными. Такая кладка называется кладкою съ *приколкою* или съ *притескою* лица.

Притескою лица пользуются иногда и въ томъ случаѣ, если кладка ведется изъ не постелистаго камня. Въ этомъ случаѣ кладка называется *мозаичною* или *циклопскою*. При мозаичной кладкѣ дѣленія на слои не дѣлается (черт. 314).

Иногда притеска кладки ограничивается однѣми только постелями и заусенками, а головы камней остаются безъ приколки (черт. 315). При достаточной крупности камней, при удачномъ подборѣ ихъ формъ и малой толщинѣ швовъ, такая кладка можетъ быть даже красивой.

Если бутовая кладка должна выдерживать большую нагрузку, то для увеличенія правильности передачи давленія внутри кладки, а равно для увеличенія сопротивленія разслоенію, необходимо класть прокладные ряды изъ тесоваго камня. При невозможности имѣть тесовый камень, прокладные ряды можно дѣлать изъ кирпичной кладки. Кирпичные прокладные ряды образуются изъ 4—8 слоевъ (черт. 316).

Прокладные ряды располагаются черезъ каждую сажень или полу-сажень по высотѣ сооруженія.

**Разрѣзка бутовыхъ сводовъ и арокъ.** Для кладки сводовъ болѣе пригоденъ постелистый камень, хотя пользуются и не постелистымъ, придавая ему путемъ околки грубо клинообразную форму. Ввиду сравнительно малой сопротивляемости бутовой кладки, бутовые своды приходится дѣлать значительно толще тесовыхъ и кирпичныхъ. При значительной толщинѣ свода далеко не всегда удается отдѣльные клинья класть изъ сквозныхъ тычковъ. Ввиду этого, надо строго слѣдить за тщательнымъ подборомъ камней, помѣщаемыхъ въ разныхъ частяхъ каждаго клина, для достиженія возможно болѣе одинаковой толщины швовъ. При большой разности въ толщинахъ шва можетъ происходить неправильное распредѣленіе усилий въ сводѣ. Такъ какъ при бутовой кладкѣ, не смотря на всѣ предосторожности, все-таки остается стремленіе къ неравномѣрной осадкѣ, то обыкновенно для уменьшенія этой неравномѣрности пользуются прокладными рядами изъ тесоваго камня или кирпича (черт. 317).

---

## Г Л А В А XI.

**Булыжная кладка.** Вслѣдствіе закругленности формъ булыжнаго камня и тѣмъ болѣе чѣмъ булыжникъ мельче, передача давленія отъ одного камня къ другому можетъ происходить, вообще говоря, только въ отдѣльныхъ точкахъ, а не по цѣлымъ постелямъ.

Если располагать камни одинъ надъ другимъ, то они не могутъ быть достаточно устойчивы, если верхній камень располагать между двумя нижними, то онъ, дѣйствуя какъ клинъ, можетъ распиравать ихъ. Очевидно, при такихъ условіяхъ не можетъ быть и рѣчи о правильной разрѣзкѣ булыжной кладки. Вслѣдствіе гладкости по-



верхности камней, растворъ къ нимъ пристаеъ сравнительно плохо. Сопоставивъ эти обстоятельства, нельзя не придти къ заключенію, что нагрузка бутовой кладки не можетъ быть велика. Однако, при отсутствіи другого камня или при изобиліи булыжнаго, послѣднимъ пользуются для кладки стѣпъ, напр. заборовъ, стѣнъ не высокихъ хозяйственныхъ построекъ и т. п.

Булыжная кладка ведется на растворѣ или на глинѣ. Для увеличенія устойчивости такой кладки, употребляютъ прокладные ряды изъ кирпича (черт. 317) или даже изъ толстыхъ досокъ.

Кладка получается болѣе совершенною, если булыжникъ колоть пополамъ. Колотый булыжникъ иногда подмѣшиваютъ къ бутовому камню.

Ввиду крайне ограниченаго употребленія булыжной кладки въ инженерномъ дѣлѣ, распространяться о ней не станемъ.

---

## ГЛАВА XII.

**Бетонъ.** Въ ряду различныхъ видовъ кладокъ, кладка бетонная занимаетъ крайнее мѣсто, противоположное тесовой, являясь представителемъ кладки, цѣлость которой обуславливается исключительно вяжущею способностью гидравлическаго раствора при полномъ отсутствіи какой либо перевязки швовъ между отдѣльными камешками.

Незначительные размѣры камней — щебня, или гравія (голыша), употребляемаго въ бетонной кладкѣ и въ этомъ случаѣ носящаго общее названіе *балласта*, обуславливаютъ собою особые приемы производства работъ: сперва готовится смѣсь изъ раствора и камня, а затѣмъ готовая уже смѣсь, называемая *бетономъ*, кладется въ дѣло. Поэтому бетонъ можно разсматривать какъ самостоятельный видъ каменнаго строительнаго матеріала, способнаго въ сыромъ, тѣстообразномъ, грубопластичномъ состояніи принимать любыя формы и сохранять ихъ съ переходомъ въ твердое состояніе, обуславливаемое тверднѣемъ раствора.

Бетонъ былъ изобрѣтенъ Римлянами, подмѣтившими гидравлическія качества пуццоланы \*) и употреблялся ими для кладки фунда-

---

\*) Бетоны на известковомъ (воздушномъ) растворѣ извѣстны были и раньше.

ментовъ, заполненія внутренности стѣнъ, облицованныхъ съ обѣихъ сторонъ мелкимъ тесовымъ камнемъ или кирпичемъ, и для подводныхъ работъ.

Въ настоящее время, съ развитіемъ цементнаго производства, кругъ употребленія бетона постепенно расширяется. Такъ, въ настоящее время изъ бетона дѣлаются цѣлые дома или нѣкоторыя ихъ части, какъ, на примѣръ, фундаменты, своды, полы, потолки, лѣстницы, выгребы, сточныя трубы, колодцы, заборы; разныя цистерны, бассейны, фильтры: опоры мостовъ; набережныя и вообще самыя разнообразныя рѣчныя и морскія сооруженія, особенно подводныя.

Свойства и качества бетонной кладки зависятъ отъ состава бетона, его приготовленія и положенія въ дѣло. Разсмотримъ эти вопросы въ отдѣльности.

**Составъ бетона.** Говоря о составѣ и приготовленіи бетона, его приходится разсматривать какъ одинъ изъ видовъ каменной кладки и предъявлять къ нему, какъ къ таковой, болѣе или менѣе извѣстныя уже намъ требованія, при условіи выполненія которыхъ только и можно ожидать благопріятныхъ результатовъ. Говоря-же о положеніи бетона въ дѣло, приходится на него смотрѣть какъ на особый матеріалъ, обладающій вполнѣ опредѣленными свойствами.

Растворъ для приготовленія бетона употребляется гидравлическій, потому что только при такомъ обеспечивается правильное и равномерное его твердѣніе по всей массѣ монолита \*).

Родъ матеріала, изъ котораго приготовленъ гидравлическій растворъ, а равно и количество содержащагося въ немъ песку, очевидно, должны вліять какъ на продолжительность твердѣнія, такъ и на окончательную крѣпость бетона. Поэтому, сообразуясь съ назначеніемъ бетона: для подводной или воздушной кладки, для воспріятія большей или меньшей нагрузки и т. д., всегда можно выбрать соотвѣтственный родъ раствора. Въ настоящее время въ инженерномъ дѣлѣ употребляется бетонъ преимущественно на цемент-

---

\*) Воздушный известковый растворъ въ толщѣ кладки твердѣетъ слишкомъ медленно, а то и вовсе не твердѣетъ. Коанье предложилъ употреблять сильно уплотненный тощій растворъ воздушной извести (1 части извести 8—10 песку) для выдѣлки плитъ, ступеней и т. п. Воздушный растворъ съ подобною обработкою и такимъ назначеніемъ называется бетономъ Коанье. Бетонъ Коанье теперь вышелъ изъ употребленія.

номъ (портландскомъ) растворѣ; правда, такой бетонъ по своимъ качествамъ долженъ далеко превосходить бетоны на гидравлической извести и пуццолонлахъ, но зато онъ и обходится дороже послѣднихъ. Цѣлый рядъ сооружений изъ бетона на растворѣ пуццоланическомъ и изъ гидравлической извести долгимъ своимъ существованіемъ доказали цѣлесообразность употребленія такихъ растворовъ, а потому не слѣдуетъ ихъ забывать, особенно въ тѣхъ случаяхъ, когда употребленіе цемента, напрасно удорожающее работу, не вызывается какими либо серьезными соображеніями.

Степень густоты раствора, обуславливаемая количествомъ воды, зависитъ отъ назначенія бетона, а вмѣстѣ съ тѣмъ и отъ пріемовъ положенія его въ дѣло: если бетонъ долженъ подвергаться трамбованію или прессованію, то растворъ долженъ быть разсыпчатымъ, съ минимальнымъ количествомъ воды; если бетонъ не трамбуется, то растворъ долженъ быть средней густоты.

Весьма существенное вліяніе на качество бетона оказываетъ и употребленный для его изготовленія камень или балластъ. Дѣйствительно, мы знаемъ, что растворъ гораздо лучше сцепляется съ неровною, шереховатою поверхностью камня, чѣмъ съ гладкою, поэтому бетонъ изъ щебня, то есть искусственно измелченаго камня, долженъ быть гораздо крѣпче, чѣмъ бетонъ изъ гравія или голыша, т. е. изъ очень мелкаго булыжника. По опытамъ Механической Лабораторіи Института Инженеровъ Путей Сообщ. величины сопротивленія раздробленію бетона изъ гравія и щебня относятся (въ среднемъ изъ 22 опытовъ) какъ 21 къ 32 $\frac{1}{2}$  \*) или какъ 1 : 1,55.

Крѣпость бетона принято ставить въ зависимости отъ твердости и крѣпости балласта, но это не правильно, такъ какъ цѣлость бетоннаго массива опредѣляется величиною сопротивленія раствора и сцепленія его съ камнемъ. Поэтому для приготовления бетона вполне можно довольствоваться камнемъ такой крѣпости, которая была бы только не менѣе крѣпости раствора и крѣпости связи раствора съ камнемъ. Такимъ образомъ не крѣпость камня данной породы, а соответственный породѣ характеръ излома, обуславливающій видъ его поверхности, можетъ вліять на величину сцепленія съ растворомъ. Ввиду этого лучшимъ щебнемъ считается гранитный, трахитовый, базальтовый, а затѣмъ, песчаниковый, известняковый. Кромѣ щебня изъ

---

\*) Сборникъ Инст. Томъ XVIII, стр. 20.

естественнаго камня употребляется и кирпичный. Послѣдній, при условіи хорошаго обжига кирпича, является вполне доброкачественнымъ матеріаломъ для бетона, особенно въ тѣхъ сооруженіяхъ, которыя не подвергаются большимъ давленіямъ. Бетонъ съ кирпичнымъ щебнемъ отличается сравнительною легкостью и худшею теплопроводностью. Въ послѣднее время для изготовленія бетона стали употреблять каменноугольные шлаки и шлаки доменныхъ печей.

Для совершеннаго сцѣпленія раствора съ камнемъ поверхность послѣдняго должна быть чистая и не слишкомъ сухая. Для того чтобы пористый камень не отнималъ отъ раствора воды, его надо напитать ею; тоже самое нужно повторить и относительно каменнаго матеріала и для бетоновъ: щебень и гравій должны быть тщательно промыты для удаленія пыли, глинистыхъ частицъ и вообще грязи; камень же изъ пористой породы долженъ быть достаточно смоченъ, тѣмъ болѣе что растворъ для бетона употребляется съ небольшимъ количествомъ воды. Для хорошаго перемѣшиванія раствора со щебнемъ напитаннымъ водою, послѣднему надо дать время пообсохнуть снаружи.

Размѣръ камня, употребляемаго для бетона, зависитъ отъ назначенія послѣдняго. Такъ, для массивной кладки берутъ камень, размѣры котораго не превышаютъ 2" — 3", для формовки сточныхъ трубъ и т. п. балластъ берется гораздо мельче; иногда же довольствуются однимъ только очень крупнымъ пескомъ. Для уменьшенія количества пустотъ, а слѣдовательно и потребнаго количества раствора, балластъ предпочитаютъ мѣшанный, т. е. состоящій изъ камешковъ разнаго размѣра отъ  $\frac{1}{2}$ " до 2".

Относительное количество раствора и балласта зависитъ отъ назначенія бетона. Теоретически наименьшее количество раствора опредѣляется объемомъ пустотъ въ балластѣ, дѣйствительное же количество всегда бываетъ больше, и вотъ почему:

1) Растворъ не только долженъ заполнять всѣ промежутки между соприкасающимися камнями, но еще лежать хотя бы и не толстымъ слоемъ между камнями, недопуская непосредственнаго ихъ соприкосновенія, а для этого камешки должны быть со всѣхъ сторонъ облѣплены растворомъ.

2) Въ случаѣ погруженія бетона въ воду, часть раствора неминуемо будетъ размыва.

3) Для достиженія водонепроницаемости бетона долженъ быть допущенъ излишекъ раствора.

Объемъ пустотъ въ балластѣ зависитъ отъ рода балласта, степени его крупности, степени одинаковости размѣровъ отдѣльных камешковъ. Такъ, въ балластѣ щебеночномъ объемъ пустотъ составляетъ 35—50%, въ балластѣ изъ гравія—32—42% \*). Въ балластѣ крупномъ пустотъ больше, чѣмъ въ мелкомъ. Если балластъ состоитъ изъ камешковъ одинаковаго размѣра, напримѣръ, проходящихъ черезъ кольцо діаметромъ въ 5 сантиметровъ, то объемъ пустотъ составляетъ около 46%, если же балластъ представляетъ смѣсь камешковъ мелкихъ и крупныхъ, но все же проходящихъ черезъ кольцо діаметромъ въ 5 сантиметровъ, то объемъ пустотъ меньше—38% \*\*). Иногда балластъ составляютъ изъ щебня и гравія.

Въ зависимости отъ относительныхъ количествъ раствора и балласта, бетонъ можно подраздѣлить на *жирный*, — съ наименьшимъ количествомъ балласта или наибольшимъ количествомъ раствора, на *средній* и *тощій*—съ наибольшимъ количествомъ балласта или наименьшимъ количествомъ раствора.

Жирнымъ бетономъ слѣдуетъ считать такой, въ которомъ отношеніе объемовъ раствора и балласта измѣняется въ предѣлахъ 1 : 1 — 1 : 2.

Среднимъ—при отношеніяхъ 1 : 2 — 1 : 3 и

Тощимъ — при отношеніи большемъ 1 : 3.

Иногда это отношеніе доходитъ до 1 : 4 — 1 : 5.

Иногда составъ бетона опредѣляется не отношеніемъ объема раствора къ объему балласта, а отношеніемъ объема вяжущаго вещества къ суммѣ объемовъ песку и балласта. Последнее отношеніе лучше характеризуетъ составъ бетона.

Опредѣлимъ количество составныхъ веществъ, нужныхъ для приготовления единицы объема бетона.

|                                                   |        |
|---------------------------------------------------|--------|
| Положимъ, что растворъ берется въ пропорціи . . . | 1 : S  |
| а бетонъ готовится въ пропорціи . . . . .         | 1 : T. |
| Примемъ объемъ пустотъ въ пескѣ равнымъ . . . . . | a      |
| а въ балластѣ . . . . .                           | b      |

\*) A. Debaube. Procédés et matériaux de construction. T. III, p. 405.

\*\*) S. Claudel et L. Laroque. Pratique de l'art de construire, p. 285.

Въ такомъ случаѣ изъ 1 объема тѣста и  $S$  объемовъ песку можно получить:

$$S + 1 - Sa = R \text{ объемовъ раствора . . . . (1)}$$

причемъ, если

$$Sa > 1,$$

то растворъ будетъ тощимъ, а

$$R = S;$$

если

$$Sa < 1,$$

то растворъ будетъ жирнымъ, и

$$R > S.$$

На одинъ объемъ раствора требуется

$$\text{песку . . . . } \frac{S}{R}$$

$$\text{тѣста . . . . } \frac{1}{R}.$$

Слѣдовательно

$$1 = \frac{S}{R} + \frac{1}{R}.$$

Изъ 1 объема раствора и  $T$  объемовъ балласта можно получить:

$$T + 1 - Tb = B \text{ объемовъ бетона . . . . (2)}$$

причемъ, если

$$Tb > 1,$$

то бетонъ будетъ тощимъ, и

$$B = T$$

если

$$Tb < 1,$$

то бетонъ будетъ жирнымъ, и

$$B > T.$$

При этомъ на одинъ объемъ бетона требуется:

$$\text{балласта} \text{ --- } \frac{T}{B}$$

$$\text{раствора} \text{ --- } \frac{1}{B}$$

Замѣнивъ въ выраженіи (2) объемъ раствора его значеніемъ:

$$1 = \frac{1}{R} + \frac{S}{R},$$

получимъ

$$B = T + \frac{S}{R} + \frac{1}{R} \text{ --- } Tb.$$

Откуда слѣдуетъ, что на 1 объемъ бетона требуется:

$$\text{балласта} \frac{T}{B}$$

$$\text{песку} \frac{S}{RB}$$

$$\text{гѣста} \frac{1}{RB}.$$

Положимъ, что требуется приготовить 1 куб. саж. бетона (1:2) на растворѣ изъ гидравлической извести (1:1). Опредѣлимъ количество составныхъ частей.

Положимъ, что

$$a = \frac{1}{3}, \text{ а } b = \frac{1}{2}.$$

Изъ 1 куб. саж. песку и 1 куб. саж. гѣста гидравлической извести получится раствора

$$1 + 1 \text{ --- } \frac{1}{3} = 1 \frac{2}{3} \text{ куб. саж.}$$

Слѣдовательно, для приготовления 1 куб. саж. раствора требуется:

$$\text{песка} \dots \frac{1}{1 \frac{2}{3}} = 0,6 \text{ куб. саж.}$$

$$\text{тѣста} \dots \frac{1}{1 \frac{2}{3}} = 0,6 \text{ куб. саж.}$$

Изъ 1 куб. саж. раствора и 2 куб. саж. балласта получится бетона

$$1 + 2 = \frac{2}{2} = 2 \text{ куб. саж.}$$

Слѣдовательно, для приготовления 1 куб. саж. бетона требуется:

1 куб. саж. балласта

+ 1 куб. саж. раствора

или

1 куб. саж. балласта

0,6 » » песку

0,6 » » тѣста гидравлической извести.

Составъ такого бетона можно обозначить такъ:

$$\underbrace{1 \text{ ч. гидр. изв.} + 1 \text{ ч. песку}}_{1 \text{ объемъ}} + 2 \text{ объема балласта,}$$

или такъ

$$0,6 : 0,6 : 2.$$

Обыкновенно же составъ бетона выражаютъ отношеніемъ объемовъ песку и балласта на 1 объемъ тѣста. Въ такомъ случаѣ составъ нашего бетона можно выразить такъ:

$$1 : 1 : 3 \frac{1}{3}.$$

## Г Л А В А XIII.

### Разрѣзка смѣшаной кладки.

Смѣшаную, какъ сказано уже было выше, называется всякая кладка, если она ведется изъ различныхъ матеріаловъ, напр., изъ бутоваго и тесоваго камня, изъ кирпича и бетона и т. п.

Наиболѣе употребительною разновидностью смѣшаной кладки является *облицовка*, т. е. такое веденіе кладки, при которомъ вну-



тренняя часть массива или такъ называемая *забутка* образуется изъ матеріала сравнительно худшаго качества, а внѣшняя, называемая облицовкою, изъ матеріала сравнительно лучшаго \*).

Другими разновидностями смѣшаной кладки являются:

кладка стѣнъ, сводовъ, столбовъ и арокъ съ *прокладными рядами*.

Кладка съ горизонтальными и вертикальными *цѣпями*. Цѣпью называется непрерывный рядъ камней одного рода, помѣщаемый въ массу кладки изъ камня другого рода. Назначеніе такихъ цѣпей бываетъ различное; такъ, вертикальными цѣпями пользуются въ тѣхъ случаяхъ когда нужно бываетъ воспринять давленія какихъ нибудь сосредоточенныхъ грузовъ (напр. въ опорахъ цѣпныхъ мостовъ—давленіе отъ цѣпей) или если нужно бываетъ увеличить прочность реберъ) напр. угловъ дома и т. п.

Облицовка имѣетъ двоякое назначеніе: *конструктивное и эстетическое*.

Конструктивное назначеніе облицовки—защищать внутреннюю часть массива т. е. забутку отъ непосредственнаго разрушительнаго вліянія атмосферныхъ дѣятелей, отъ ударовъ волнъ, судовъ, плавающихъ тѣлъ и т. п., а эстетическое—придавать сооруженію болѣе красивую внѣшность.

Въ сооруженіяхъ инженерныхъ облицовкою пользуются главнымъ образомъ ввиду ея конструктивнаго значенія, а въ архитектурныхъ—ввиду эстетическаго. О степени полезности облицовки въ конструктивномъ отношеніи, а слѣдовательно и о степени достижимости при ея посредствѣ долговѣчности сооруженій можно судить по дошедшимъ до насъ остаткамъ древняго зодчества. Такъ, напр., нѣкоторыя египетскія пирамиды, сложенныя изъ необожженнаго кирпича, но хорошо облицованныя, сохранились и по настоящее время.

Всякая кладка, сложенная на растворѣ, даетъ нѣкоторую *осадку*. Осадка эта происходитъ отъ сжатія раствора, помѣщающагося въ горизонтальныхъ швахъ кладки \*\*).

---

\*) Термины „облицовка“ и „забутка“ употребляются также какъ наименованіе самихъ работъ, по облицовыванію и забучиванію кладки.

\*\*) Кромѣ осадки кладки существуетъ еще и осадка всего сооруженія, происходящая отъ сжатія основанія, на которомъ оно возведено.

Величина осадки зависит от общей толщины слоев раствора, от рода раствора и от величины внешнего давления. Чем больше общая толщина всех слоев раствора, тем осадка должна быть больше. Общая же толщина слоев раствора зависит от числа швов по высотам кладки и их толщины.

Толщина швов зависит от степени тщательности обработки постелей. Так, в тесовой кладке толщина швов может быть весьма малая, в кирпичной кладке она достигает 10—15<sup>м</sup>/<sub>м</sub>, а в бутовой—до 25<sup>м</sup>/<sub>м</sub>. Толщина слоев тесовой кладки—наибольшая, а кирпичной—наименьшая. Ввиду этого тесовая кладка должна давать наименьшую осадку, а кирпичная и бутовая наибольшую. Какова бы ни была абсолютная величина осадки кладки, она не может сопровождаться неприятными последствиями, если только происходит равномерно по всей площади сооружения в плане. Равномерно же она может быть в том только случае, если, с одной стороны, общая толщина всех слоев раствора остается одинаковою по всему сооружению, а с другой, — если внешнее давление равномерно распределено по всей площади сооружения.

Поэтому, если число слоев кладки во всех местах сооружения одинаково, то осадка может быть равномерною в том лишь случае, если толщина отдельных слоев раствора сохраняет свою величину по всей площади постелей. Ввиду этого кладка сводов с уширяющимися швами вообще не может быть совершенно равномерною.

В бутовой кладке даже из постелистаго камня толщина слоя раствора в одном и том же шве вообще не остается одинаковою, а потому осадка бутовой кладки не может быть совершенно равномерною.

Самый процесс осадки может происходить только до тех пор, пока раствор обладает достаточною пластичностью. Поэтому растворы, медленно твердеющие, должны давать большую и более продолжительную осадку, чем растворы, твердеющие быстро. Степень же пластичности раствора зависит от количества входящего в его состав песка и воды. Чем больше песка и меньше воды, тем меньшею пластичностью обладает раствор, а потому и осадка кладки на таком растворе должна быть меньше.

Так как осадка облицовки и забутки во всяком случае не

можетъ быть совершенно одинакова, вслѣдствіе разной толщины и разнаго числа швовъ въ той и другой, то въ мѣстахъ ихъ сопряженія неизбѣжно должно обнаруживаться стремленіе къ отдѣленію одной кладки отъ другой, т. е. къ *отслоенію* облицовки отъ забутки. Самое же отслоеніе можетъ произойти въ томъ лишь случаѣ, если обусловливаемое разностью осадокъ напряженіе въ кладкѣ превзойдетъ предѣлъ прочности связи облицовки съ забуткой. Поэтому для обезпеченія цѣлости облицованнаго массива нужно стремиться, съ одной стороны, къ уменьшенію абсолютной величины разности осадокъ облицовки и забутки, а съ другой—къ усиленію связи между ними.

Уменьшить разность осадокъ можно слѣдующими способами:

- 1) увеличеніемъ осадки облицовки,
- 2) уменьшеніемъ осадки забутки,
- 3) употребленіемъ прокладныхъ рядовъ, не позволяющихъ разности осадокъ превзойти опасный предѣлъ,
- 4) кладкою облицовки послѣ окончаніи кладки забутки, слѣдовательно, послѣ того какъ совершится полная осадка послѣдней.

Усиленіе связи между облицовкою и забуткой достигается:

- 1) употребленіемъ въ кладкѣ облицовки большаго числа тычковъ, глубоко заходящихъ въ забутку,
- 2) употребленіемъ металлическихъ связей между облицовкою и забуткой.

Установленіе очень прочной связи между облицовкою и забуtkoю, въ случаѣ большой разности въ осадкахъ той и другой, вмѣсто пользы, можетъ причинить только вредъ. Дѣйствительно, длинные тычки, нагруженные забуtkoю, стремясь осѣдать вмѣстѣ съ этою послѣднею, могутъ выпирать лежащія подъ ними ложки облицовки, особенно если послѣдніе высоки и узки.

Наиболѣе удачнымъ рѣшеніемъ вопроса о связяхъ является такая ихъ конструкція, при которой осадка облицовки можетъ происходить совершенно независимо отъ осадки забутки.

По роду матеріаловъ облицовки и забутки можно выдѣлить слѣдующіе виды смѣшанной кладки:

- 1) Тесовая облицовка кирпичной и бутовой кладки;
- 2) Кирпичная облицовка бутовой, кирпичной и бетонной кладки;
- 3) Бетонная облицовка бутовой кладки.

Остальные возможные комбинации материалов облицовки и забутки, напр., тесовая облицовка бетонной кладки или бетонная облицовка кирпичной кладки если и употребляется, то въ рѣдкихъ, исключительныхъ случаяхъ.

Познакомимся съ каждымъ изъ перечисленныхъ видовъ облицовки въ отдѣльности.

**Тесовая облицовка**, независимо отъ рода забутки, можетъ быть двухъ видовъ: первый видъ назовемъ *поверхностною облицовкою*, второй—*облицовкою въ перевязку*. Поверхностная облицовка заключается въ томъ, что кирпичный или бутовый массивъ покрывается отдѣльными слоями тесовой кладки или просто тесовыми плитами, прикрѣпленными только въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, такъ что облицовка и забутка представляютъ собою двѣ совершенно отдѣльныя части. Облицовка въ перевязку заключается въ томъ, что камни облицовки входятъ въ забутку и составляютъ съ нею какъ бы одно цѣлое.

Поверхностная облицовка употребляется почти исключительно съ цѣлями эстетическими.

На черт. 319 показана облицовка цоколя тесовою плитою, которая соединяется съ забуtkою помощью якорей (черт. 320). Шипы *a*, *a* входятъ въ гнѣзда *a'*, *a'* облицовки, а шипъ *b*—въ продольный заусенокъ забутки.

На черт. 321 показана облицовка цоколя, отдѣльныя плиты котораго соединяются съ забуtkою помощью ряда тычковь *a*, играющихъ роль якорей, а между собою—пиронами, входящими въ гнѣзда *b*, *b*.

На черт. 322 показана облицовка цоколя, отдѣльныя плиты котораго соединяются съ забуtkою помощью двухъ слоевъ кладки, играющихъ роль тѣхъ же якорей.

Послѣднее соединеніе является наиболѣе совершеннымъ, но вмѣстѣ съ тѣмъ и наиболѣе дорогимъ, ввиду большого объема тесоваго камня. Объемъ этотъ можно, однако, уменьшить путемъ укрѣпленія каменныхъ якорей якорями желѣзными, какъ это показано на черт. 323.

Подобная облицовка дѣлается большею частью изъ плиты, т. е. камня слоистой породы. Мы уже знаемъ, что подобный камень, будучи положенъ въ кладку не на естественную постель, легко разслаивается, а потому подобная облицовка въ томъ только случаѣ

можетъ быть болѣе или менѣе надежной, если она не будетъ подвергаться нагрузкѣ. Достигнуто это можетъ быть оставленіемъ нѣкотораго зазора (черт. 324) между верхомъ плиты и низомъ якоря. Зазоръ этотъ долженъ быть не менѣе абсолютной величины осадки слоя забутки, высотой равнаго высотѣ облицовочной плиты.

На черт. 325 показанъ способъ соединенія поверхностной облицовки высокой стѣны съ забуткою, при которомъ какъ одна, такъ и другая могутъ осѣдать независимо одна отъ другой. Въ забутку и облицовку закладываются черезъ нѣкоторые промежутки по высотѣ скобы *a* и *b*, черезъ проушины этихъ скобъ пропущенъ вертикально стержень *c*. Черезъ посредство стержня *c* устанавливается тѣсная связь между отдѣльными частями массива. При осадкѣ забудки или облицовки скобы могутъ свободно перемѣщаться по стержню. Подобный способъ былъ примѣненъ при облицовкѣ стѣнъ храма Спасителя въ Москвѣ.

Облицовка въ перевязку употребляется по преимуществу, а потому познакомимся съ нею по подробнѣе.

*Тесовая облицовка кирпичной кладки.* Наилучшая перевязка облицовки съ забуткою можетъ быть достигнута при чередованіи въ облицовкѣ тычковыхъ и ложковыхъ рядовъ (черт. 326), однако, такая облицовка обходится слишкомъ дорого, вслѣдствіе большаго количества тычковъ, требующихъ болѣе затратъ матеріала, чѣмъ ложки.

Затѣмъ прекрасная перевязка облицовки съ забуткою можетъ быть достигнута при употребленіи готической перевязки камней облицовки, при которой въ каждомъ слѣ между двумя ложками помѣщается тычекъ (черт. 327), однако, и такая перевязка обходится слишкомъ дорого и по той же причинѣ.

Съ цѣлью удешевленія облицовки уменьшаютъ число тычковъ въ рядахъ кладки, помѣщая одинъ тычекъ черезъ два, три и даже четыре ложка, или чередуя подобные смѣшанные ряды съ ложковыми.

На чертежѣ 328 показаны примѣры такихъ перевязокъ облицовки съ забуткою.

При тонкомъ облицовочномъ камнѣ кладку можно вести такъ, какъ показано на черт. 329, т. е. чередуя ложковые ряды *a*, со смѣшанными рядами *b*, тычки которыхъ глубже входятъ въ забутку, чѣмъ ложки ряда *a*.

Для возможности установления правильной и прочной перевязки облицовочныхъ камней съ кирпичною кладкою, они должны имѣть параллелепипедальную форму, а размѣры ихъ должны быть кратными размѣрамъ нѣсколькихъ штукъ кирпича въ кладкѣ съ тѣмъ, чтобы въ мѣстахъ сопряженія не приходилось пользоваться мелкими частями кирпича и тѣмъ портить забутку.

Такъ, если облицовка состоитъ изъ чередующихся ложковыхъ и тычковыхъ слоевъ, то высоты ихъ, обусловливаемыя разчлененіями фасада (черт. 330), должны равняться высотамъ нѣсколькихъ слоевъ кирпичной кладки, а разность длинъ тычковъ и ширинъ ложковъ должна быть кратною полукирпичу. Обыкновенно довольствуются величиною этой разности въ полкирпича. При этомъ кладка забудки принимаетъ видъ, показанный на черт. 331.

Если въ слояхъ облицовки ложки чередуются съ тычками, то ширины тычковъ и суммы длинъ ложковъ, располагаемыхъ между смежными тычками, слѣдуетъ дѣлать кратными полукирпичу плюсъ толщина шва т. е.  $n \left( \frac{k}{2} + s \right)$ .

На черт. 332 показанъ примѣръ кладки забутки при тесовой облицовкѣ кирпичной стѣны. Тутъ же видны и приемы притески, служащей для соединенія облицовочныхъ камней между собою.

Тесовая облицовка очень часто соединяется съ кирпичною забуткою при помощи металлическихъ связей.

При отсутствіи хорошаго тесоваго камня или при дороговизнѣ приданія ему вполнѣ правильныхъ формъ, слѣдуетъ предпочитать облицовку кирпичной кладки облицовочнымъ кирпичемъ или, по крайней мѣрѣ, желѣзнякомъ, такъ какъ при неправильной формѣ камней въ кладкѣ сопряженіе облицовки съ кирпичною забуткою будетъ весьма слабымъ мѣстомъ кладки: въ немъ окажутся слишкомъ толстые швы, заполненные щебенкою.

*Тесовая облицовка бутовой кладки.* Вслѣдствіе неправильности формъ бутоваго камня, нѣтъ никакой надобности требовать совершенной правильности формъ камней облицовки, такъ какъ всегда возможно подобрать куски бута, которые удобно примыкали бы къ камнямъ облицовки. Что касается высоты камней облицовки, то, при постелистости камней забутки, высоту эту полезно сообразовывать съ высотой нѣсколькихъ слоевъ бута для облегченія вырав-

пиванія слоевъ кладки. Такое выравниваніе производится, смотря по высотѣ камней облицовки, или на каждомъ слоѣ или черезъ 2—3 слоя облицовки (черт. 333).

Допуская въ общемъ неправильность формы облицовочныхъ камней въ планѣ, все же обыкновенно ставятъ требованіе, чтобы заусенки на нѣкоторую глубину были вытесаны подъ наугольникъ (подъ прямымъ угломъ къ лицу). Глубина нормальныхъ заусепокъ бываетъ различная, иногда довольствуются 0,02—0,05 саж. Другой разъ требуется до 0,10—0,15 саж., смотря по сооруженію и величинѣ облицовочныхъ камней. Иногда ставится требованіе, чтобы заусенки тычковъ и ложковъ составляли съ лицомъ стѣны извѣстные углы, напр. 85 и 95°. Этимъ обезпечивается бѣльшая связь ложковъ съ тычками.

Что касается постелей облицовки, то желательно имѣть ихъ совершенно плоскими по всей площади, однако, очень часто довольствуются правильною обтескою постелей на нѣкоторомъ лишь протяженіи отъ лица. Иногда довольствуются шириною постели около 0,05 саж., а иногда требуютъ 0,10—0,15—0,25 и болѣе, опять таки смотря по сооруженію и размѣрамъ камней. Ввиду неправильности формы камней въ планѣ, очень часто ставится требованіе относительно минимальной и средней ширины постелей; такъ, для ложковъ требуютъ, напр., ширину постели, въ среднемъ, = 0,15 саж., и минимальную = 0,10 саж. Средняя ширина постели опредѣляется раздѣленіемъ полной площади постели на длину камня по лицу. Камень, показанный на черт. 334, удовлетворяетъ вышеприведенному требованію, а показанный на черт. 335—не удовлетворяетъ.

Для угловыхъ камней ставятся такія же требованія, при чемъ за среднюю ширину постели принимается среднес арифметическое изъ двухъ чиселъ, получаемыхъ черезъ раздѣленіе полпой площади постели на оба измѣренія камня.

Относительные размѣры ложковъ и тычковъ избираются приблизительно такіе же, какъ и въ сплошной тесовой кладкѣ, иногда же довольствуются болѣе скромными требованіями; такъ, напр., требуютъ, чтобы длина тычковъ была больше ширины ложковъ на 0,10—0,20 саж., длина ложка — на 0,10 саж. больше ширины тычка и т. п. Абсолютные размѣры зависятъ отъ рода сооруженія. Если тычки глубоко проникаютъ въ массу забутки, то, во избѣжаніе пе-

релома ихъ отъ неправильной осадки, тѣ ряды облицовки, въ которыхъ располагаются тычки, слѣдуетъ дѣлать изъ камней ббльшей высоты.

Большая или меньшая степень требовательности отзывается на стоимости и достоинствѣ работы. Въ наиболѣе серьезныхъ случаяхъ вся облицовка бутовой кладки ведется изъ штучнаго камня правильной формы. Какой бы формы ни были облицовочные камни—параллелипипедальной или неправильной въ планѣ, кладка ведется тычками и ложками или тычковыми и ложковыми рядами (какъ и при кирпичной забуткѣ), при чемъ число тычковь въ каждомъ слоѣ бываетъ различное, смотря по желаемой степени совершенства работы.

Облицовка сооружений, подвергающихся ударамъ волнъ, судовъ и т. п., нуждается въ особой прочности въ смыслѣ нераздѣльности частей, а потому въ такихъ случаяхъ часто въ дополненіе къ раствору прибѣгаютъ къ притескѣ и желѣзнымъ связямъ.

На черт. 336 показаны примѣры притески и расположенія связей въ плоскости слоя.

Кромѣ скобъ употребляются пироны и якоря, соединяющіе облицовку съ забуткою.

На черт. 337 показана примѣрная формы якорей. Если якорь длиненъ, то расположеніе ббльшаго измѣренія его поперечнаго сѣченія въ вертикальной плоскости дѣлаетъ его жестче и при томъ болѣе удобнымъ для расположенія въ заусенкахъ забутки. Часть якоря, лежащая въ швѣ облицовки, располагается плашмя.

Штырь, укрѣпляющій якорь въ забуткѣ, располагается въ большомъ камнѣ и заливается свинцомъ, или проходитъ черезъ нѣсколько слоевъ кладки. Иногда вмѣсто одного дѣлаютъ два штыря.

**Кирпичная облицовка бутовой кладки** употребляется не особенно часто, однако, имѣетъ очень серьезное значеніе. Дѣйствительно, бутовый камень, годный для забутки, найти сравнительно легко, тесовый же—труднѣе, при томъ не всякій тесовый камень оказывается хорошимъ матеріаломъ для облицовки: очень часто хорошій, повидимому, матеріалъ легко вывѣтривается. Глины же распространены почти повсемѣстно и, при умѣни, изъ нихъ можно сдѣлать довольно порядочный кирпичъ, который по долговѣчности не уступитъ мпогимъ



естественнымъ камнямъ среднихъ качествъ. Поэтому, употребляя для облицовки хорошій кирпичъ, зачастую можно быть болѣе обезпеченымъ въ прочности смѣшаной кладки, чѣмъ при употребленіи тесоваго камня сомнительныхъ достоинствъ. Разность осадокъ кирпичной и бутовой кладокъ значительно менѣе, чѣмъ тесовой и бутовой, а потому и въ смыслѣ нераздѣльности кладки кирпичная облицовка заслуживаетъ предпочтенія передъ тесовою.

Ввиду сравнительно малой толщины кирпича, употребленіе одиночныхъ тычковъ для сопряженія облицовки съ забутою не можетъ обезпечить прочности связи, притомъ же и задѣлка такихъ тычковъ бутовыми камнями можетъ излишне затруднять работу. Поэтому кирпичная облицовка обыкновенно ведется слоями разной ширины, причѣмъ каждый слой образуется изъ нѣсколькихъ рядовъ кирпича (черт. 338).

Высота слоевъ облицовки сообразуется съ высотой слоевъ забутки, такъ, напр., при крупномъ постелистомъ камнѣ можно бываетъ дѣлать слои облицовки въ 3 ряда кирпича; при камнѣ, который удобно выравнивать подъ плоскость черезъ 0,25 саж., слои придется дѣлать высотой около 7 рядовъ кирпича и т. д. Разница толщинъ слоевъ облицовки дѣлается въ  $\frac{1}{2}$ —1— $1\frac{1}{2}$  кирпича. Наименьшая толщина слоя облицовки въ глубину стѣны дѣлается въ 1 кирпичъ, для возможности образованія одинаковой перевязки швовъ по всей высотѣ стѣны\*).

Иногда для достиженія лучшей связи облицовки съ забутою въ отдѣльныхъ слояхъ облицовки дѣлаются выступы, еще глубже входящіе въ забутку. Такіе выступы дѣлаются иногда во всѣхъ слояхъ и тогда располагаются въ перевязку. Для того чтобы при правильной перевязкѣ швовъ выступовъ не употреблялъ  $\frac{3k}{4}$ , выступы можно ограничивать не вертикальными плоскостями, а штрабами и тѣмъ даже отчасти увеличить сдѣпленіе ихъ съ забутою (черт. 339).

Связи для лучшаго соединенія кирпичной облицовки съ забутою, если и употребляются,—то рѣдко.

*Кирпичная облицовка кирпичной кладки преслѣдуетъ различныя цѣли: употребленіемъ специально приготовленнаго облицовоч-*

---

\*) При толщинѣ слоя облицовки въ половину кирпича пришлось бы этотъ слой вести изъ однихъ только ложковъ.

наго кирпича—улучшать внѣшность стѣнъ, а вмѣстѣ съ тѣмъ увеличивать и прочность ихъ; употребленіемъ кирпича пустотѣлаго—уменьшать тепло- и звукопроводность стѣнъ, а иногда защищать стѣны отъ сырости. Кирпичная облицовка кирпичныхъ стѣнъ, подобно облицовкѣ тесовой, можетъ быть поверхностною и перевязочною. Въ первомъ случаѣ связь между облицовкою и забуткою достигается вяжущею способностью раствора. Никакихъ иныхъ связей не употребляютъ. При поверхностной облицовкѣ кирпичная забутка ограничивается плоскостью (черт. 340), а при перевязочной—выступами, шириною въ  $\frac{1}{2}$  или  $\frac{1}{4}$  кирпича и высотой въ  $\frac{1}{4}$  кирпича. Выступы въ  $\frac{1}{2}$  (черт. 341) кирпича дѣлаются въ томъ случаѣ, когда облицовка и забутка кладутся одновременно. Размѣры такихъ выступовъ обуславливаются извѣстными уже намъ требованіями перевязки продольныхъ швовъ кирпичной кладки. Выступы въ  $\frac{1}{4}$  кирпича дѣлаются въ томъ случаѣ, когда облицовка кладется послѣ окончанія забутки. Заграницею эти выступы достигаются тѣмъ, что ложки ложковыхъ или полужошковыхъ слоевъ замѣняются трехчетвертными тычками. У насъ же въ Россіи, гдѣ трехчетвертнаго кирпича заводы не готовятъ, выступы въ  $\frac{1}{4}$  кирпича образуются путемъ расширенія слоевъ кладки, т. е. утолщеніемъ продольныхъ заусенковъ. Если выступы имѣютъ ширину въ  $\frac{1}{4}$  кирпича, то облицовка производится продольными и поперечными половинками, причемъ первыя служатъ ложками, а вторыя тычками (черт. 342).

*Кирпичная облицовка бетонной кладки* имѣетъ назначеніемъ придавать кладкѣ болѣе красивую внѣшность и уменьшать ея теплопроводность, въ случаѣ употребленія бетонныхъ стѣнъ при устройствѣ жилыхъ помѣщеній. Такъ какъ одиночныя тычки очень легко окружить бетономъ, то для облицовки употребляютъ готическую кладку, въ которой въ каждомъ слоѣ тычки чередуются съ ложками. Облицовка дѣлается толщиной въ  $\frac{1}{2}$  вершка въ ложкахъ, (черт. 343). Вслѣдствіе большаго числа тычковыхъ, связь облицовки съ забуткою получается вполне прочная.

**Бетонная облицовка** *бутовой кладки*. При отсутствіи годнаго для облицовки тесоваго камня или кирпича, бетонъ можетъ вполне замѣнить ихъ въ такихъ сооруженіяхъ, каковы, напр., трубы иодъ насыпями желѣзныхъ дорогъ и т. п. Для лучшаго сопряженія

бетонной облицовки съ забуткою, поверхность послѣдней дѣлается по возможности менѣе ровною. Бетонъ кладется слоемъ 0,10 — 0,15 саж. (черт. 344).

**Прокладные ряды** могутъ быть устраиваемы изъ тесовой кладки, кирпичной и бетона. О разрѣзкѣ прокладныхъ рядовъ изъ тесоваго камня было уже сказано выше (стр. 123, черт. 283). Разрѣзка кирпичныхъ прокладныхъ рядовъ производится по общимъ правиламъ разрѣзки массивовъ съ прямоугольными и прямолинейными очертаніями.

**Горизонтальныя цѣпи камней.** Если подобные камни выступаютъ изъ плоскости стѣны, т. е. имѣютъ нѣкоторый свѣсъ, то для ихъ устойчивости и крѣпости необходимо, чтобы часть, лежащая въ массѣ стѣны, была не менѣе величины свѣса или, другими словами, свѣсъ камня не превосходилъ половины его измѣренія по направленію нормальному къ стѣнѣ. Кладка подобныхъ камней ничѣмъ не отличается отъ кладки одного слоя облицовки. Къ числу камней съ большимъ свѣсомъ относится спусковая плита карнизовъ (черт. 345).

**Вертикальныя цѣпи камней.**—Все сказанное о неодинаковости осадокъ облицовки и забутки изъ разныхъ матеріаловъ всецѣло относится и къ вертикальнымъ цѣпямъ тесовыхъ камней, располагаемымъ въ массѣ бутовой или кирпичной кладки. Прежде подобныя цѣпи употреблялись въ тѣхъ случаяхъ, когда массивъ испытывалъ давленіе какого-либо сосредоточеннаго груза, напр., въ каменномъ мостовомъ устоѣ—подъ мѣстами расположенія фермъ арочнаго или цѣпей цѣпнаго моста. Въ настоящее время избѣгаютъ каменныхъ цѣпей съ такимъ назначеніемъ и, наоборотъ, очень часто пользуются такими цѣпиями для укрѣпленія угловъ кладки. Для достиженія перевязки тесовой цѣпи съ массою остальной кладки камни, образующіе цѣпь, кладутся шпорою (черт. 346). Для того чтобы выступающіе камни цѣпи не могли трескаться, вслѣдствіе осадки остальной части кладки, не слѣдуетъ дѣлать большихъ выступовъ одного камня надъ другимъ, а самую цѣпь стараться класть изъ болѣе толстыхъ камней. Хвосты цѣпныхъ камней, входящіе во внутрь бутовой кладки, могутъ имѣть неправильную форму.

Если кладка стѣны ведется изъ кирпича, то цѣпные камни должны имѣть форму параллелепипедовъ, а размѣры выступовъ и высоты цѣпныхъ камней должны быть сообразованы съ размѣрами кирпича въ кладкѣ (черт. 347). Для укрѣпленія угловъ бутовой кладки употребляютъ также и кирпичъ, причѣмъ цѣпь образуется такъ, какъ показано на черт. 348.

#### Г Л А В А XIV.

**Подмости.** Стоя на землѣ, рабочій можетъ вести кладку не выше двухъ аршинъ. Если высота сооруженія не превосходитъ  $1\frac{1}{2}$ —2 саж.,—можно пользоваться *козлами* (черт. 349) съ положенымъ на нихъ досчатымъ настиломъ. При большей высотѣ сооруженія нужны *подмости* или *лѣса*. Виды и конструкція подмостей зависятъ отъ рода сооруженія, его размѣровъ и вида кладки.

Подмости или корепные лѣса, служащія для возведенія кирпичныхъ или бутовыхъ стѣнъ домовъ (черт. 350), состоятъ:

1) Изъ параллельнаго стѣнѣ ряда высокихъ стоекъ *a, a*. Стойки эти зарываются въ землю на глубину до 2—3 арш., въ разстояніи до 5 арш. отъ наружной стороны стѣны и въ разстояніи 2—3 саж. одна отъ другой.

2) Изъ короткихъ стоекъ *b, b* (*ушаковъ*), высотой до 4—5 арш., связываемыхъ съ высокими стойками веревками или обручнымъ желѣзомъ.

3) Горизонтальныхъ прогоновъ *c, c* (*слѣгъ*), параллельныхъ стѣнамъ. Прогонъ эти укладываются на верхи ушаковъ. Ушаки нижняго яруса упираются въ обрубки дерева, укладываемые на землю, а верхнихъ ярусовъ—на прогоны. Для уменьшенія прогиба слѣгъ ихъ часто подпираютъ досчатыми стойками, упирающимися въ слѣги нижнихъ ярусовъ подмостей.

4) Горизонтальныхъ балокъ *d, d* (*пальцевъ*), однимъ концомъ упирающихся на слѣги, а другимъ на возводимую стѣну. Пальцы располагаются на разстояніи до 1 саж. другъ отъ друга.

5) Полового настила *e, e* изъ 2— $2\frac{1}{2}$  дюймовыхъ досокъ.

6) Поручней *ff*, прибываемыхъ къ ушкамъ. Вмѣсто поручней полезнѣе дѣлать досчатую обшивку на высоту до  $\frac{1}{2}$  саж.

Для приданія подмостямъ бѣльшей жесткости, между смежными

высокими стойками иногда располагають кресты. Для приданія подмостямъ ббльшей устойчивости, высокія стойки ставятъ съ небольшимъ уклономъ въ сторону стѣны. По мѣрѣ возведенія этой послѣдней, полезно къ ней привязывать стойки веревками.

Для сообщенія между отдѣльными ярусами подмостей, устраиваются *стремянки*. Стремянки дѣлаются изъ двухъ наклонныхъ балокъ, упирающихся своими концами въ пальцы смежныхъ ярусовъ, отдѣльно подпертые стойками. На эти балки кладутся поперечины, а на эти послѣднія — половой настиль, къ которому прибиваются рейки. Наклонныя балки въ нѣсколькихъ мѣстахъ подпираются стойками. Стремянки дѣлаются шириною до 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> арш., уклонъ ихъ двойной. Если для подъема матеріаловъ употребляются какіе-либо механическія приспособленія, то стремянки дѣлаются круче, или замѣняются лѣстницами.

При описаной системѣ подмостей рабочіе становятся только съ наружной стороны стѣны. Работать съ одной стороны стѣны удобно въ томъ лишь случаѣ, если стѣна не особенно толста. Въ противномъ случаѣ, надо имѣть подмости съ обѣихъ сторонъ стѣны.

При постройкѣ домовъ и при устройствѣ съ одной стороны стѣны подмостей описаного типа, внутреннія подмости устраиваются на половыхъ балкахъ, укладываемыхъ во время кладки стѣнъ.

Если возводимая стѣна будетъ штукатуриться, то задѣлка гнѣздъ, остающихся въ стѣнѣ послѣ вынутія пальцевъ, не представляетъ никакихъ неудобствъ. Если же стѣна штукатуриться не будетъ, то задѣлка гнѣздъ дѣлается неудобною въ томъ отношеніи, что мѣста задѣлки обыкновенно остаются замѣтными.

Если стѣна облицовывается тесанымъ камнемъ, то пальцевъ въ стѣну упирать нельзя. Въ этомъ случаѣ подмости должны состоять изъ двухъ рядовъ прогоновъ и стоекъ. Второй рядъ стоекъ располагается или съ наружной же стороны, возлѣ самой стѣны, или съ внутренней. Въ послѣднемъ случаѣ пальцы пропускаются черезъ оконныя отверстія (черт. 351).

При возведеніи монументальныхъ сооружений, при которыхъ употребляются камни большихъ размѣровъ, подмости устраиваются изъ двухъ наружныхъ и двухъ внутреннихъ рядовъ стоекъ (черт. 352).

Подмости, служащія для возведенія такихъ сооружений, каковы, напр., опоры мостовъ, при небольшой высотѣ послѣднихъ, въ слу-

чаѣ употребленія кирпича или бутоваго камня, устраиваются такъ же какъ и коренные лѣса для постройки домовъ, т. е. изъ одиночнаго ряда стоекъ, располагаемыхъ вокругъ сооруженія, съ прогонами и пальцами, опирающимися на возводимую кладку. При бѣльшей же высотѣ опоръ, или въ случаѣ облицовки ихъ тесанымъ камнемъ, подмости устраиваются изъ двухъ рядовъ стоекъ, располагаемыхъ по периметру сооруженія, на разстояніи до 2 саж. рядъ отъ ряда (черт. 353).

При еще бѣльшей высотѣ сооруженія стойки дѣлаются составными какъ по высотѣ, такъ и по толщинѣ. Стойками нижняго ряда служатъ сваи, забитыя въ землю на глубину до 2 и болѣе сажень.

Для приданія подмястямъ достаточной жесткости, стойки и прогоны приводятся въ треугольную связь помощью крестовъ.

Всѣ соединенія дѣлаются помощью скобъ и болтовъ.

При возведеніи рѣчныхъ опоръ мостовъ, при большой глубинѣ воды, подмости дѣлаются плавучія или висячія.

Плавучими называются подмости, устраиваемые на баркахъ, окружающихъ возводимое сооруженіе. Подобныя подмости удобны только при небольшой высотѣ надводной части опоръ, такъ какъ, въ противномъ случаѣ, вслѣдствіи качки судовъ, онѣ оказываются мало устойчивыми.

Висячими называются подмости, опирающіеся на само возводимое сооруженіе. Примѣняются онѣ при постройкѣ высокихъ надводныхъ частей мостовыхъ опоръ.

Висячія подмости (черт. 354) устраиваются изъ длинныхъ, со свѣшивающимися концами балокъ, располагаемыхъ на строящейся опорѣ въ нѣсколько ярусовъ по высотѣ опоръ. Свѣшивающіеся концы балокъ укрѣпляются подкосами, упирающимися въ ту же кладку. На этихъ балкахъ располагается половой настиль. Балки эти не задѣлываются въ кладку на глухо, а потому по окончаніи сооруженія могутъ быть вынуты. Остающіяся послѣ балокъ гнѣзда задѣлываются.

Обыкновенно подмости дѣлаются изъ круглаго лѣса. Изъ брусевъ строятъ подмости, служащія для возведенія монументальныхъ сооружений. Дѣлается это ввиду того, что такіе подмости зачастую должны стоять по нѣсколько лѣтъ и должны обладать большою прочностью и жесткостью. Послѣдняя достигается цѣлою системою врубокъ, дѣ-

лать же врубки гораздо удобнѣе въ томъ случаѣ, если лѣсъ не круглый, а отесанный на четыре канта.

При устройствѣ подмостей пользуются сравнительно тонкимъ лѣсомъ, который стараются не ослаблять врубками. Поэтому при соединеніи отдѣльныхъ частей между собою широко пользуются веревками, полосовымъ желѣзомъ, гвоздями, скобами и болтами.

Заграницею выработаны цѣлый рядъ металлическихъ связей, служащихъ для временнаго соединенія бревенъ при устройствѣ подмостей. На черт. 355 показаны образцы связей, служащихъ для подвѣски къ стойкамъ горизонтальныхъ прогоновъ.

На подмостяхъ устанавливаются различныя приспособленія для подъема и перемѣщенія камней.

Кромѣ упомянутыхъ существуютъ и инныя системы подмостей, напр., катушія подмости, служащія для возведенія очень длинныхъ сооружений; подмости, у которыхъ роль стоекъ играютъ лѣстницы, на ступени которыхъ непосредственно кладется половой настилъ. Последняго типа подмости употребляются впрочемъ не для постройки, а для ремонта сооружений.

Для ремонта высокихъ сооружений, окраски ихъ и т. п. употребляютъ цѣлый рядъ различныхъ приспособленій, по своему назначенію соответствующихъ подмостямъ. Къ такимъ приспособленіямъ относятся: 1) *Костыли* (черт. 356) — длинныя бревна съ прикрѣпленными къ нижнимъ ихъ концамъ при посредствѣ подкосовъ поперечинами. У верхняго конца костыля устраивается небольшая платформа, на которой можетъ стоять рабочій. Для влѣзанія на костыль служатъ пальцы, прибываемые по всей длинѣ костыля. Два, три костыля, поставленные въ рядъ и соединенные между собою на верху досками, пазываются *глаголемъ*. 2) Висячія лѣстницы (черт. 357). Верхнимъ концомъ лѣстницы эти привязываются къ дымовымъ трубамъ, къ подферменнымъ камнямъ и т. п. Для того чтобы лѣстница не качалась, ее располагаютъ не вертикально, а наклонно, для достиженія же этого наклона къ нижнему ея концу укрѣпляютъ распорки, которыми она опирается о стѣну. 3) Люльки — небольшія платформы съ перилами, подвѣшиваемыя на одномъ или двухъ канатахъ. Канаты отъ люлекъ перекидываются черезъ блоки и закрѣпляются внизу.

## ГЛАВА XV.

### К р у ж а л а .

Устойчивость арки или свода обусловливается взаимодействием всѣхъ ея клипшевъ или сдѣплениемъ раствора. Поэтому во время кладки свода или арки, т. е. пока не положенъ послѣдній клинъ— замокъ, и пока растворъ не пріобрелъ еще достаточной крѣпости, какъ своды, такъ и арки нуждаются въ поддержкѣ.

Для возможности приданія аркѣ или своду требуемой по проекту формы, нужны нѣкоторыя приспособленія.

Какъ то, такъ и другое достигается употребленіемъ *кружалъ* \*).

Кружала состоятъ изъ трехъ частей: 1) кружальныхъ реберъ или фермъ; 2) опалубки — досчатой обшивки или обрѣшетки реберъ, наружная поверхность которой опредѣляетъ собою внутреннюю поверхность свода и 3) приспособленій, съ помощью которыхъ кружала могутъ быть приподняты или осажены.

**Кружальные ребра** или фермы, въ зависимости отъ пролета и тяжести свода, бываютъ болѣе или менѣе сложной системы. По числу точекъ опоры кружала можно раздѣлить на два типа: 1) на кружала съ постоянною частью, въ которыхъ имѣется нѣсколько точекъ опоры, и 2) на кружала упругія—съ двумя точками опоры въ концахъ перекрываемаго пролета.

Упругія кружала употребляются при постройкѣ сводовъ, сравнительно высоко располагаемыхъ надъ землею или водою, или же въ тѣхъ случаяхъ, когда пролетъ подъ сооружаемымъ сводомъ долженъ оставаться свободнымъ для движенія экипажей или судовъ.

По способу пользованія кружала можно подраздѣлить на постоянныя и подвижныя. Первые послѣ окончанія кладки свода разбираются, а вторыя могутъ перемѣщаться по длинѣ свода и служить для послѣдовательной кладки цѣлаго ряда отдѣльныхъ его колець.

---

\*) Если легкіи цилиндрической кирпичный сводъ класть на быстро схватывающемся растворѣ, напр., гипсовомъ, то можно обходиться и безъ кружалъ. Въ такомъ случаѣ своды образуютъ изъ ряда арокъ, шириною въ  $\frac{1}{4}$  кирпича, такъ сказать, приклеиваемыхъ одна къ другой. Первая арочка должна располагаться на щековой стѣнѣ, на которой и чертится ея направляющая. Безъ кружалъ можно класть и легкіе купольные своды, о чемъ будетъ сказано ниже.



Какъ бы тщательно ни были исполнены кружала, они подъ нагрузкою свода дадутъ нѣкоторую осадку; самый сводъ, отъ сжатія раствора въ швахъ, послѣ снятія кружалъ (послѣ *раскружаливанія*) также дастъ осадку. Результатомъ этихъ двухъ осадокъ должно быть нѣкоторое измѣненіе вида кривой направляющей внутренней поверхности свода или арки, которое отразится на величинѣ его подъема. Во избѣжаніе отступленія формы готоваго свода отъ проектной, ему во время кладки придается иная форма, болѣе подъемистая, съ тѣмъ чтобы послѣ неизбѣжной осадки сводъ могъ принять форму проектную. Отъ степени вѣрности приданого излишка въ подъемѣ свода во время его кладки зависитъ степень приближенія дѣйствительной его формы къ проектной.

Величина осадки собственно свода зависитъ отъ его отверстія, подъема, вѣса, толщины швовъ, а величина осадки кружалъ зависитъ отъ ихъ системы и тщательности исполненія. Упругія кружала даютъ ббльшую осадку.

Величина осадки разныхъ сводовъ можетъ быть приблизительно опредѣлена по слѣдующей эмпирической формулѣ Беккера:

$$S = k (l - h)$$

гдѣ  $S$  — осадка свода,  $l$  — его отверстіе,  $h$  — подъемъ,  $k$  — численный коэффициентъ, величина котораго:

для упругихъ кружалъ и тщательной кладки свода = 0,01;

при менѣе тщательной кладкѣ = 0,02;

для кружалъ постоянныхъ, съ большимъ числомъ опорныхъ точекъ = 0,005.

Въ среднемъ, независимо отъ системы кружалъ, осадка полуциркульныхъ сводовъ принимается равною  $\frac{l}{144}$ , а пологихъ =  $\frac{l}{96}$ .

Во всякомъ случаѣ слѣдуетъ предпочитать излишекъ въ подъемѣ, во избѣжаніе провисанія сводовъ, особенно пологихъ.

Полученный по формулѣ запасъ подъема на осадку прибавляется къ проектному подъему свода. Для полученія измѣненнаго вида кривой направляющей поступаютъ такъ: (черт. 358) дѣлятъ полупролетъ на нѣсколько равныхъ частей, напр. на  $n$ , проводятъ черезъ нихъ вычисленныя ординаты кривой, и за тѣмъ прибавляютъ къ нимъ  $\frac{S}{n}$ ,  $\frac{2S}{n}$ ... Полученныя точки соединяютъ плавною кривою.

Для полуциркульныхъ кирпичныхъ сводовъ существуетъ и иной пріемъ построенія кривой съ запасомъ на осадку. Вычерчиваютъ проектную кривую (черт. 359), отмѣчаютъ на пей, начиная отъ пять свода, рядъ точекъ на разстояніи одного аршина одна отъ другой (измѣряя по хордамъ) и черезъ нихъ проводятъ нормали къ кривой. На этихъ нормаляхъ откладываютъ отрѣзки, равные: для первой точки —  $\frac{1}{4}$  верш., для второй —  $\frac{1}{2}$  верш., для третьей —  $\frac{3}{4}$  верш. и т. д. и соединяютъ ихъ плавною кривою. Кривая, построенная по этому второму способу, даетъ большій запасъ на осадку.

Построенная тѣмъ и инымъ способомъ кривая, представляетъ собою направляющую свода. Для того чтобы получить кривую, по которой должны быть изогнуты кружальныя ребра, надо провести къ направляющей свода рядъ нормалей и отложить на нихъ отрѣзки, равные толщинѣ опалубки. Крайнія точки этихъ отрѣзковъ будутъ принадлежать искомой кривой. Толщина опалубки кружалъ для легкихъ кирпичныхъ сводовъ бываетъ въ 1", для сводовъ болѣе грузныхъ кирпичныхъ или изъ мелкаго камня—въ  $1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ " и еще толще для сводовъ изъ крупнаго тесоваго камня.

Для кладки плоскихъ оконныхъ перемычекъ, отверстіемъ до 2 арш., кружалами служатъ доски, заложенныя скошенными концами въ кладку или опертыя на вертикально поставленныя доски (черт. 360). По срединѣ доски укрѣпляются подпоркою.

Для кладки оконныхъ перемычекъ, ограниченныхъ пологою кривою, кружалами служатъ двѣ, три доски, поставленныя на ребро безъ всякой опалубки (черт. 361) или съ опалубкою при большой толщинѣ стѣны.

Для кладки пологихъ сводиковъ, служащихъ для заполненія промежутковъ между желѣзными половыми балками, очень часто устраиваютъ *висячія* кружала. На черт. 362 показана конструкція такихъ кружалъ, сдѣланныхъ изъ дерева, а на черт. 363—изъ желѣза. Послѣдняя конструкція удобна въ томъ отношеніи, что однѣ и тѣ же желѣзные ребра пригодны для кладки сводовъ разныхъ пролетовъ.

Для кладки полуциркульныхъ арокъ и цилиндрическихъ сводовъ небольшихъ пролетовъ кружальныя ребра дѣлаются изъ досчатыхъ щитовъ (черт. 364).

Для легкихъ кирпичныхъ сводовъ большихъ пролетовъ и болѣе тяжелыхъ тесовыхъ и бутовыхъ сводовъ малыхъ отверстій кру-

жальные ребра собираются из досчатых косяков, толщиной  $2\frac{1}{2}$ —3", в один или в два ряда (черт. 365). В первом случае косяки врубаются в стыках в пол-дерева и укрѣпляются гвоздями или деревянными нагелями, а иногда укрѣпляются парными накладками. Во втором случае стыки косяков располагаются в притык и в перевязку. Подъ стыки смежных кружальных ребер кладут прогоны, подпираемые подпорками. Для достиженія жесткости вся система приводится в треугольную связь.

Для тяжелых цилиндрических тесовых сводов ребра составляются также из косяков, но выпиленных из брусевъ\*). Стыки косяков дѣлаются в притык и укрѣпляются парными накладками. Ввиду больших усилий, которымъ подвергаются части реберъ, ближайшія къ замку свода, соответственные косяки дѣлаются из болѣе толстаго лѣса при одинаковой длинѣ косяков по всему ребру, или уменьшается свободная ихъ длина, при сохраненіи постоянства поперечнаго сѣченія. Однако, в послѣднемъ случаѣ увеличивается число стыковъ, что не желательно. Стыки косяковъ должны быть тщательно пригнаны, для достиженія правильного соприкасания однихъ къ другимъ. В стыкахъ кружальных реберъ подъ тяжелые своды кладутся металлическія прокладки для устраненія неравномѣрнаго сминанія волоконъ; эти прокладки особенно полезны в тѣхъ случаяхъ, когда кружала должны быть собираемы нѣсколько разъ. Всѣ стыки кружальных реберъ укрѣпляются подпорками, в зависимости отъ расположенія которыхъ кружала и дѣлятся на постоянныя и упругія.

Примѣромъ постоянныхъ кружалъ могутъ служить кружала, показанныя на черт. 365 и 366. Кружала эти состоятъ изъ горизонтальной неподвижной платформы *АА*, опирающейся на ряды свай, и ряда кружальных фермъ, состоящихъ изъ двухъ поясовъ — *ВВ* и *СС*, между которыми расположены подпорки (стойки, или стойки и подкосы). Между рамою *АА* и нижнимъ поясомъ *ВВ* фермы расположены клинья, служащіе для вывѣрки и раскружаливанія.

Упругія кружала бываютъ нѣсколькихъ типовъ, а именно:

1) Кружала, состоящія изъ поставленныхъ на упругую платформу *АА* (черт. 367) реберъ такого же типа, какіе употребляются при кру-

\*) Для сводовъ туннельныхъ иногда кружала дѣлаются металлическія.

жалахъ постоянныхъ. Приспособленія для раскружаливанія располагаются между платформою и нижнимъ поясомъ кружалныхъ реберъ.

2) Кружала подкосныя. Ребра ихъ состоятъ изъ двухъ подкосовъ (черт. 368) *DD*, упирающихся въ подвѣску *E*, поддерживающую затяжку *FF*. Въ эту затяжку упираются подпорки, поддерживающія стыки верхняго пояса *CC* кружалнаго ребра. Приспособленія для раскружаливанія располагаются подъ подошвами подкосовъ.

Опорами подкосныхъ кружалъ служатъ сваи, обрѣзы фундамента, или нарочно оставляемые выступы въ кладкѣ опоръ, впоследствии стесываемые, или же, наконецъ, временно задѣланные въ кладку рельсы.

3) Кружала балочныя, состоящія изъ сквозныхъ балокъ съ криволинейными верхними и прямыми нижними поясами, лежащихъ на временныхъ опорахъ (черт. 369).

Отдѣльныя кружалныя фермы для цилиндрическихъ сводовъ ставятся нормально къ оси свода, на различномъ разстояніи одна отъ другой, въ зависимости отъ рода опалубки, а именно: при опалубкѣ изъ досокъ толщиною въ 1" — на разстояніи 0,33—0,40 саж., при опалубкѣ брусчатой — на разстояніи 0,5 — 0,75 саж. Между фермами располагаются распорки и діагональныя связи, съ цѣлью приведенія отдѣльныхъ частей въ треугольную (неизмѣняемую) систему.

Если лицевыя поверхности свода открыты (мосты, трубы), то первая ферма ставится на разстояніи около 0,25 саж. отъ лица, а опалубка не доходитъ до лица сотки на 2 — 3. Это необходимо для провѣрки правильности кладки и уравниванія нагузокъ отдѣльныхъ реберъ, безъ которой можетъ произойти перекашиваніе кружалъ.

При кладкѣ сводовъ косыхъ ребра ставятся или параллельно лицу, или перпендикулярно къ оси свода. Первая система рациональнѣе: нагрузка кружалъ симметричнѣе, но зато кружала выходятъ эллиптическія, при второй — кружала круговыя, но вслѣдствіе несимметричности давленія можно опасаться перекашиванія кружалъ.

Для сводовъ сомкнутыхъ и крестовыхъ употребляютъ двѣ системы кружалныхъ фермъ: главныя — по діагоналямъ, и второсте-

пенныя — по направленію, нормальному къ производящимъ, какъ показано на черт. 370 и 371.

Для сводовъ купольныхъ и парусныхъ кружала ставятся по меридіанамъ.

Подробности устройства кружалъ для сложныхъ цилиндрическихъ и другихъ сводовъ излагаются въ курсахъ архитектуры.

**Опалубка**, какъ сказано было выше, дѣлается досчатая или брусчатая, сплошная или съ промежутками. Опалубка досчатая дѣлается главнымъ образомъ для кирпичныхъ и бутовыхъ сводовъ. Для тесовыхъ довольствуются опалубкою изъ брусковъ, называемою обрѣшеткою. При тесовыхъ сводахъ досчатую опалубкою пользуются въ тѣхъ лишь случаяхъ, когда швы кладки заливаются растворомъ. Величина промежутковъ между досками опалубки или обрѣшети-нами зависитъ отъ сорта матеріала; такъ, при кирпичныхъ сводахъ она равна  $\frac{1}{2}$  — 1", при тесовыхъ — величина промежутковъ рассчитывается такимъ образомъ, чтобы каждый клинъ лежалъ на одной или на двухъ обрѣшетинахъ (черт. 372).

Опалубка, кромѣ своего прямого назначенія, служитъ и для увеличенія связи между ребрами. Однако, для удобства работы очень часто распалубку пришиваютъ (прибиваютъ гвоздями) къ ребрамъ не непосредственно послѣ ихъ установки, а по мѣрѣ возведенія кладки (особенно при сводахъ кирпичныхъ). Дѣлается это съ тою цѣлью, чтобы увеличить удобства самой кладки: рабочій можетъ стоять внутри свода и работать передъ собою, а не у себя подъ ногами, какъ это является неизбѣжнымъ при полной опалубкѣ.

Для возможности образованія поверхности, ближе подходящей къ цилиндрической, опалубка производится изъ досокъ распиленныхъ пополамъ (по длинѣ). употреблеііе распиленныхъ досокъ полезно и въ смыслѣ уменьшенія ихъ коробленія. Въ нѣкоторыхъ видахъ архитектурныхъ сводовъ (парусныхъ, бочарныхъ и т. п.) доски опалубки должны располагаться по кривымъ. Въ такихъ случаяхъ опалубка составляется изъ короткихъ кусковъ обструганныхъ досокъ. Иногда эти доски предварительно пропариваютъ и сгибаютъ.

Выше было упомянуто, что легкіе кирпичные своды можно класть совсѣмъ безъ кружалъ. Иногда можно бываетъ класть и тяжелые своды, не пользуясь кружалами обычнаго вида. Дѣйствительно,

если нужно провести какую нибудь дорогу въ выемкѣ и черезъ эту выемку перекинуть арочный мостъ, то, приступивъ къ сооруженію послѣдняго раньше устройства выемки, въ качествѣ кружалъ можно воспользоваться землею, какъ это было сдѣлано на Сѣверной дорогѣ въ Швейцаріи (черт. 373). Тамъ земля была срѣзана по кривой, соотвѣтствующей внѣшней поверхности опалубки, въ землю были врыты четыре кружальные ребра, составленные изъ досчатыхъ косяковъ, а къ нимъ была пришита опалубка. Доски опалубки были подбиты землею. Когда сводъ былъ замкнутъ, земля изъ подъ него была вырыта.

Подобный пріемъ примѣнимъ для кладки сводовъ любыхъ очертаній, если они предназначены для перекрытія подземныхъ помѣщеній, каковы напр. подвалы, ледники и т. п., особенно если матеріаломъ для кладки служить бетонъ, требующій хорошаго утрамбовыванія.

**Приспособленія для подтягиванія и ослабленія кружалъ.** Передъ совершеннымъ снятіемъ кружалъ ихъ сперва осаживаютъ, опускаютъ или ослабляютъ немного; части кружалъ, осѣвшія во время кладки свода, приходится поднимать — подтягивать. Для возможности осаживанія употребляютъ слѣдующія приспособленія: клинья, составные брусья, мѣшки и цилиндры съ пескомъ, домкраты. Нѣкоторыя изъ нихъ пригодны и для подтягиванія кружалъ. Разсмотримъ ихъ въ отдѣльности.

*Клинья* (черт. 374) употребляются двойные или, лучше, тройные. Приготавливаются они изъ твердой породы дерева и обстругиваются. Клинья располагаются между постоянною рамою и нижнимъ поясомъ фермъ кружалъ постоянныхъ или подъ отдѣльными стойками или подкосами кружалъ упругихъ. Ослабленіе и подтягиваніе кружалъ производится ударами по узкой или широкой сторонѣ клина.

*Составныя брусья* (черт. 375) состоятъ изъ двухъ брусьевъ *a*, *a* съ наклонными зубьями, между которыми расположенъ зубчатый клинь *b*. Между зубьями этихъ брусьевъ и клина забиты поперечные клинья *c*, *c*, *c* или шпонки. Для ослабленія кружалъ надо сперва ослабить шпоночные клинья, а затѣмъ сдвинуть средній клинь вправо. Иногда эта система дѣлается еще сложнѣе (черт. 376). Вмѣсто одного ступеньчатаго клина дѣлаютъ два съ зубцами, обращенными въ разныя стороны, и между ними располагаютъ поше-

речные прокладки *d*. Это видоизмѣненіе имѣеть цѣлью предотвратить самопроизвольную осадку кружалъ, въ случаѣ ослабленія шпоночныхъ клиньевъ *c*, *c*. Подобные составные брусья иногда дѣлаются непрерывными, т. е. цѣльными по всей длинѣ свода. Этимъ достигается бѣльшая равномерность осаживанія. Клинья и составные брусья употребляются очень часто, особенно при малыхъ пролетахъ сводовъ; недостатокъ ихъ заключается въ томъ, что при малыхъ углахъ скашиванія клиньевъ удары для осаживанія должны быть довольно сильны, а это можетъ вредно отражаться на кладкѣ; при углахъ же скашиванія, близкихъ къ углу тренія, можно опасаться самопроизвольной осадки.

*Мѣшки съ пескомъ* располагаются между досчатыми прокладками (черт. 377). Выпусканіе песка производится по желѣзной трубкѣ. Если песокъ отсырѣеть, то вытеканіе его задерживается. Усовершенствованіе этой системы заключается во введеніи во внутрь мѣшка наполненной водою резиновой трубки, оканчивающейся краномъ. Выпускомъ воды достигается первая степень ослабленія кружалъ.

*Цилиндры съ пескомъ*. Въ цилиндръ съ дномъ и небольшими отверстиями въ стѣнкѣ, запираемыми пробками, насыпается мелкій песокъ, на поверхность котораго опирается металлическая планка или деревянная втулка (черт. 378), поддерживающая брусья, въ который оперты стойки или подкосы кружалъ. Осаживаніе кружалъ производится выпускомъ песка. Высота цилиндра дѣлается 10", діаметръ опредѣляется въ зависимости отъ нагрузки.

Для устраненія подмочки песка, цилиндръ завязывается парусиною, промежутокъ между втулкою и стѣнками замазывается цементомъ.

*Домкратъ* состоитъ изъ чугунной подушки, въ гнѣздѣ которой установленъ толстый винтъ съ гайкою. Вращая винтъ при помощи рычаговъ, можно опускать или поднимать гайку, а вмѣстѣ съ нею и кружала. На черт. 379 и 380 показаны образцы такихъ домкратовъ.

---

## ГЛАВА XVI.

### Перемѣщеніе матеріаловъ.

Среди отдѣльныхъ операцій, изъ которыхъ складываются каменные работы, перемѣщеніе нужныхъ для нихъ матеріаловъ занимаетъ

одно изъ первыхъ мѣстъ. Отъ удачнаго выбора средствъ и способовъ перемѣщенія въ значительной степени зависитъ удобоисполнимость, успѣшность и стоимость каменной кладки.

Ввиду этого, при изложеніи пріемовъ каменныхъ работъ, на ряду съ прочимъ приходится разсматривать и способы перемѣщенія камней и другихъ нужныхъ для каменной кладки матеріаловъ.

Всѣ возможные перемѣщенія матеріаловъ сводятся къ слѣдующимъ тремъ видамъ:

- 1) Доставка матеріала изъ склада къ сооруженію;
- 2) Подъемъ матеріала на сооруженіе;
- 3) Доставка матеріала къ мѣсту его употребленія.

Наиболѣе удобнымъ средствомъ совершенія всѣхъ этихъ перемѣщеній является переноска, такъ какъ при ней матеріаль доставляется изъ склада непосредственно къ мѣсту его употребленія, тогда какъ при всякихъ другихъ способахъ приходится перемѣщеніе по горизонтальнымъ направленіямъ отдѣлять отъ перемѣщенія по направленію вертикальному. Иногда можно бываетъ видѣть, что переноскою занимаются тѣ самые рабочіе, которые ведутъ и кладку, т. е. каменщики. Такое пользованіе каменщиками положительно убыточно, такъ какъ трудъ каменщика, какъ мастера, вообще оплачивается значительно дороже, чѣмъ трудъ чернорабочаго. Вообще же пользованіе переноскою, даже и при посредствѣ чернорабочихъ, можетъ быть выгоднымъ только при небольшомъ разстояніи носки, небольшой высотѣ подъема и небольшомъ количествѣ матеріала, при которыхъ не могутъ окупиться расходы на пріобрѣтеніе какихъ-либо механическихъ приспособленій. Невыгодность пользованія переноскою обуславливается тѣмъ обстоятельствомъ, что при ней нерационально эксплуатируется мускульная сила рабочаго.

Для переноски кирпича\*), бутоваго камня, небольшихъ штучныхъ камней (до 8 пуд.) и песку пользуются досчатыми или кулевыми носилками, состоящими изъ двухъ ручекъ и прибитаго къ нимъ досчатаго настила или надѣтаго на нихъ рогожнаго куля. Для носки известковаго раствора, сухой смѣси песку съ цементомъ или чистаго песку употребляютъ носилки съ ящиками. Цементъ зачастую носятъ въ распиленныхъ пополамъ цементныхъ боченкахъ (окаренкахъ).

---

\*) Въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ, какъ, напр., на Кавказѣ, пользуются перекладкою кирпича и даже камня.



Для носки кирпича часто пользуются козю (черт. 381), которая состоитъ изъ доски съ прикрѣпленными къ ней ручками и полкою, на которую кладется до 20 кирпичей. Коза своими ручками и доскою опирается на плечи и спину рабочаго. Доска обивается чѣмъ нибудь мягкимъ.

Всѣ приспособленія, служащія для перемѣщенія матеріаловъ, раздѣляются на два рода: на перевозочныя и подъемныя.

Для перевозки бутоваго камня, кирпича, песку, раствора употребляются разнаго вида тачки, деревянныя и желѣзныя. Иногда такія тачки снабжаются опрокидывающимся кузовомъ. Для перевозки некрупнаго штучнаго камня удобно пользоваться тачками, показанными на черт. 382.

Простѣйшимъ перевозочнымъ приспособленіемъ для крупныхъ камней являются *катки*, круглые бруски небольшого діаметра, подкладываемые подъ камень въ количествѣ не менѣе трехъ штукъ (черт. 383). По мѣрѣ перемѣщенія задній катокъ выходитъ изъ-подъ камня и сейчасъ-же подкладывается подъ него спереди, что не представляетъ никакихъ затрудненій, такъ какъ камень при этомъ остается лежать на другихъ двухъ каткахъ. Для того чтобы катки не вдавливались въ землю, а, слѣдовательно, чтобы камень катился легче, подъ катки кладутся доски.

Иногда вмѣсто катковъ пользуются *салазками*. Салазки представляютъ собою досчатую или брусчатую раму, нижняя поверхность которой тщательно выстрогана. Салазки заставляютъ скользить по досчатому пути. Для уменьшенія тренія путь обильно смазывается саломъ или мыломъ.

Болѣе совершеннымъ приспособленіемъ для перевозки большихъ камней служатъ разнаго рода медвѣдки—прочныя телѣжки на низкихъ колесахъ. На черт. 384 показано нѣсколько разновидностей такихъ телѣжекъ, причемъ у нѣкоторыхъ ~~нѣ~~бываютъ приспособленія для втаскиванія на нихъ камня.

Медвѣдки перевозятся по доскамъ или брусьямъ, иногда укрѣпленнымъ желѣзными полосами. При производствѣ болѣе крупныхъ работъ, между сооруженіемъ и складомъ матеріаловъ прокладываются желѣзные пути постоянного или переноснаго типа. Въ такомъ случаѣ перевозка камня и другихъ матеріаловъ производится въ специальныхъ вагончикахъ. На черт. 385 показанъ вагончикъ для подъема и перевозки крупныхъ камней.

Для подъема матеріаловъ на сооруженіе или на подмости, его окружающіе, существуетъ много различныхъ приспособленій, каковы слѣдующія:

1) На подмостяхъ подвѣшивается блокъ, черезъ который перекидывается канатъ. Одинъ конецъ каната наматывается на какой либо воротъ или лебедку, стоящую на землѣ, а къ другому концу каната прикрѣпляется или ящикъ для мелкаго или сыпучаго матеріала или какое либо приспособленіе для захвата крупныхъ камней. О конструкціи такихъ приспособленій будетъ сказано ниже.

Простой воротъ или шпиль (черт. 386) состоитъ изъ деревяннаго станка и деревяннаго же вертикальнаго вала или барабана, на который наматывается канатъ. Валъ вращается при помощи аншпуговъ, вставляемыхъ въ отверстія, сдѣланныя въ верхнемъ его концѣ. Канатъ не прикрѣпляется къ валу на глухо, а потому свободный его конецъ необходимо постоянно оттягивать. Воротъ долженъ быть прочно закрѣпленъ на мѣстѣ, для чего его привязываютъ къ кольямъ или даже сваямъ, забитымъ въ землю, устанавливаютъ на платформѣ, загруженной камнемъ и т. п.

Лебедка (черт. 387) состоитъ изъ барабана, на который навивается канатъ или цѣпь, и системы зубчатыхъ колесъ, приводящихъ этотъ барабанъ во вращательное движеніе. Лебедка снабжается храповымъ приборомъ, позволяющимъ приостанавливать подъемъ камня на любой высотѣ (напр. на время передышки рабочихъ) и тормазомъ, замедляющимъ опусканіе камня при обратномъ вращеніи барабана. Для достиженія возможности подъема большихъ камней, при небольшой силѣ подъемныхъ приспособленій, простой блокъ замѣняется сложнымъ, или полиспастомъ (черт. 388).

Воротомъ и лебедкою пользуются не только для вертикальнаго, но и для горизонтальнаго перемѣщенія тяжелыхъ камней, особенно если послѣдніе передвигаются на салазкахъ.

Высота возможнаго подъема или горизонтальнаго перемѣщенія при посредствѣ лебедки или простаго ворота опредѣляется тою длиною каната, которую можно намотать на барабанъ лебедки или перемотать съ одного конца барабана ворота на другой (при наматываніи каната на барабанъ ворота, мѣсто обмотки постепенно перемѣщается по барабану). Иногда эта длина бываетъ недостаточна. Въ такихъ случаяхъ приходится останавливать перемѣщеніе

и перематывать канатъ. При горизонтальномъ перемѣщеніи камня это не представляетъ большихъ неудобствъ, при вертикальномъ же перемѣщеніи это неудобно въ томъ отношеніи, что на время перемотки каната нужно такъ или иначе закрѣплять поднимаемый камень. Неудобство это устранено въ шпиль Бетанкура (черт. 389), въ которомъ вмѣсто одного барабана имѣется два. На обоихъ барабанахъ выточены дорожки, въ которыя укладывается канатъ. Дорожки одного барабана приходятся противъ промежутковъ между дорожками другаго барабана. Благодаря такому расположенію дорожекъ, канатъ, обвивающій оба барабана, при вращеніи послѣднихъ не перемѣщается вдоль ихъ, какъ въ простомъ шпилѣ, а остается всегда на одной высотѣ. Поэтому черезъ шпиль Бетанкура можно перематывать канатъ любой длины, слѣдовательно, поднимать или перетаскивать грузъ на любую высоту или любое разстояніе.

2) На подмостяхъ устанавливается лебедка, на барабанъ которой наматывается канатъ, поднимающій камень или ящикъ съ матеріалами (черт. 390).

3) На подмостяхъ устанавливается поворотный подъемный кранъ. Поворотный кранъ (черт. 391) состоитъ изъ лебедки и наклонной стрѣлы, могущей вращаться около вертикальной оси. Въ концѣ стрѣлы укрѣпляется блокъ, черезъ который перекидывается канатъ или цѣпь отъ лебедки. При небольшомъ размѣрѣ сооруженія въ планѣ, поворотнымъ краномъ можно пользоваться не только для подъема камней, но и для укладки ихъ на мѣсто.

4) На подмостяхъ укладывается путь, по которому можетъ двигаться мостовой кранъ. Такой кранъ состоитъ изъ подвижной платформы съ уложеннымъ на ней рельсовымъ путемъ, и движущейся по этому пути телѣжки, на которой поставлена лебедка (черт. 392 и 353). Рельсы, по которымъ телѣжка можетъ перекатываться по платформѣ, расположены перпендикулярно къ рельсамъ, уложеннымъ на подмостяхъ. Благодаря такому расположенію путей, лебедка можетъ быть установлена надъ οποюю точкою пространства, огражденнаго рельсами подмостей, а потому помощью такой лебедки можно поднимать камни съ земли и доставлять ихъ въ любое мѣсто сооруженія.

5) Возлѣ сооруженія становится высокій подъемный кранъ, помощью котораго матеріаль доставляется на любой ярусъ подмостей (черт. 393 и 394).

Кранъ, показанный на черт. 394, даетъ возможность перемѣщать поднятый предметъ и по горизонтальному направленію, хотя и на небольшое разстояніе. Такое перемѣщеніе достигается измѣненіемъ наклона стрѣль.

6) На землѣ и на подмостяхъ устанавливаются барабаны, черезъ которые перекинута безконечная цѣпь. Къ этой цѣпи подвѣшиваются ящики, въ которыхъ поднимается матеріаль (черт. 395). Приспособленія этого типа называются элеваторами. Цѣпи нѣкоторыхъ элеваторовъ бываютъ приспособлены къ одновременному подъему ящиковъ съ растворомъ и отдѣльныхъ кирпичей (черт. 396). Элеваторы приводятся въ движеніе силою рабочихъ или помощью паровой или иной какой машины.

7) Между верхомъ подмостей и складомъ матеріаловъ протягивается проволочный канатъ. Къ этому канату помощью двухъ блоковъ подвѣшивается небольшая платформа (черт. 397) или ящикъ для матеріаловъ. Къ блокамъ прикрѣпляется веревка, помощью которой платформа можетъ передвигаться по канату въ ту или другую сторону.

Изъ перечисленныхъ приспособленій только поворотный кранъ и мостовой могутъ доставлять поднятый матеріаль къ мѣсту его употребленія, а потому, въ случаѣ пользованія другими подъемными средствами, приходится поднятый уже матеріаль еще разъ перемѣщать по горизонтальному направленію. Такое перемѣщеніе производится переноскою или перевозкою на тельжкахъ, для чего иногда по подмостямъ прокладываются легкіе пути. При наличности путей на подмостяхъ мелкій матеріаль зачастую поднимается въ томъ самомъ вагончикѣ, въ какомъ онъ подвозится къ сооруженію изъ склада.

Кромѣ подъема камней на большую высоту, часто приходится поднимать ихъ на малую, напр. при нагрузкѣ на вагончики, при положеніи ихъ въ кладку и т. д. Въ подобныхъ случаяхъ пользуются рычагами и переносными кранами.

При подъемѣ малыхъ камней въ качествѣ рычага можетъ служить любой ломъ.

Весьма удобнымъ приспособленіемъ для подъема штучныхъ камней служитъ показаное на черт. 398, состоящее изъ рычага и крюка. Дѣйствовать этимъ приспособленіемъ, равно какъ и ломомъ, прихо-

дится такъ: приподнять одну сторону камня на высоту 1, 2 или 3 вершковъ и подложить подъ него какую либо подкладку, затѣмъ поднять другую сторону и подъ нее подложить другую подкладку.

Переносные краны въ большинствѣ случаевъ представляютъ собою высокую треногу, къ вершинѣ которой подвѣшенъ полиспасть (черт. 399) или блокъ. Въ послѣднемъ случаѣ на треногѣ помѣщается небольшой воротокъ.

Захватить камень канатомъ или цѣпью можно различными способами. Простѣйшій, но вмѣстѣ съ тѣмъ и наименѣе совершенный способъ заключается въ обвязываніи камня. Удобнѣе камень подхватывать помощью безконечной цѣпи или каната (черт. 400) и крюка на цѣпи лебедки. Для того чтобы цѣпь не скалывала кромокъ камня, подъ нее кладутъ что либо мягкое.

Иногда для возможности захвата камня канатомъ на боковыхъ его поверхностяхъ вытесываютъ гнѣзда, внутри которыхъ оставляютъ каменный шипъ (черт. 401) или располагаютъ желѣзный пиронъ (черт. 402).

Наиболѣе совершеннымъ способомъ является употребленіе того или другого вида *захватовъ* или *заклинковъ*.

Заклинка (черт. 403) состоитъ изъ двухъ клиньевъ *a*, *a* и призматической распорки *b*, называемой ключемъ. Клинья эти, будучи вставлены въ гнѣздо и расперты ключемъ, не могутъ быть вынуты изъ камня. Поэтому, привязавши къ клиньямъ канатъ, для чего клинья снабжаются соотвѣтственными проушинами, можно поднимать камень. Вынувши ключъ, можно высвободить изъ камня и клинья.

Кромѣ только-что описаннаго типа заклинки, носящей названіе *волчьей лапы*, существуютъ и другіе (черт. 404).

Для вставленія захватовъ въ камень вырубаются гнѣзда. Для того чтобы захваты хорошо выполняли свое назначеніе, нужно чтобы наклонныя грани гнѣзда не были слишкомъ пологими, во избѣжаніе выкалыванія камня, и слишкомъ отвѣсными, во избѣжаніе соскальзыванія камня съ захвата. Ширина гнѣзда должна быть только-что достаточною для вставленія захвата, который при этомъ долженъ сидѣть возможно глубже. Гнѣздо должно быть расположено на одной вертикали съ центромъ тяжести камня. Размѣры гнѣзда и заклинки должны соотвѣтствовать вѣсу и крѣпости поднимаемыхъ камней. Такъ, при постройкѣ кронштадтской крѣпости для

подъема гранитныхъ штукъ вѣсомъ въ 750 пуд., гнѣзда имѣли слѣдующіе размѣры: Отверстіе по верху  $3 \times 5''$ , по низу— $3 \times 6\frac{1}{2}''$ , глубина— $7''$ . Стѣнки гнѣздъ должны быть по возможности глаже, для того чтобы давленіе захвата передавалось камню по возможно большей площади, во избѣжаніе возникновенія мѣстныхъ напряженій, могущихъ повлечь за собою появленіе трещинъ. Полезно, по заложеніи захвата, гнѣздо заполнить мелкимъ пескомъ или каменною мукою (порошкомъ камня, полученнымъ при выдалбливаніи гнѣзда).

При укладкѣ камня, висящаго на захватѣ, горизонтальность постели регулируютъ тѣмъ, что на поднимающуюся сторону камня кладутъ нагрузку.

Для захвата крупныхъ искусственныхъ камней или массивовъ, пользуются захватами, показанными на черт. 405. Нужныя для помѣщенія такихъ захватовъ гнѣзда образуются въ массивѣ при самомъ его изготовленіи, для чего въ массу кладки закладываютъ соотвѣтственной формы деревянные бруски.

Вмѣсто заклинокъ иногда пользуются храпами или клещами, удерживающими камень силою тренія. На черт. 406 и 407 показаны примѣры такихъ храповъ.

---

## ГЛАВА XVII.

### Приготовленіе растворовъ.

**Растворъ изъ воздушной извести.** Воздушная известь доставляется къ мѣсту работъ въ видѣ пушенки или въ видѣ кипѣлки. Храненіе пушенки производится въ сараяхъ, въ досчатыхъ закромахъ опредѣленной емкости, напр., въ полусаженкахъ.

Кипѣлка можетъ гаситься на счетъ влажности воздуха, а потому, въ случаѣ надобности сохранить ее въ негашеномъ видѣ, надо принимать особыя мѣры предосторожности. Такъ, рекомендуютъ класть кипѣлку на утрамбованный слой пушенки, толщиною до 4 вершк., и покрывать ее такимъ же слоемъ пушенки и рогожами или холстомъ. Кипѣлка жирной извести можетъ при такихъ условіяхъ сохраняться въ теченіи года, а гидравлической извести—до полугода.

Въ видѣ тѣста воздушная известь можетъ сохраняться неопредѣленно долгое время, а потому предпочтительнѣе всю поступающую на работы известь сейчасъ же обращать въ тѣсто, тѣмъ болѣе, что при долгомъ пребываніи въ видѣ тѣста получается наиболѣе полное ея гашеніе. Сохраняясь въ видѣ тѣста, известь можетъ твердѣть въ присутствіи воздуха только съ внѣшней поверхности. Для предотвращенія такого твердѣнія и высыхания, тѣсто покрываютъ досками и засыпаютъ землею или непосредственно пескомъ, слоемъ толщиною около 10—15 сотокъ.

Гашеніе кипѣлки и твореніе тѣста производится въ вырытыхъ въ землѣ и обдѣланныхъ досками ямахъ, емкостью приблизительно въ  $\frac{1}{3}$ — $\frac{2}{3}$  куб. саж. Такія ямы называются *творилами*. Новыя творила поглощаютъ много воды, съ которою частью уходитъ и известь. Гашеніе производится различно:

1) Въ творило насыпается кипѣлка на высоту приблизительно равную половинѣ глубины творила для жирной извести и на бѣольшую для извести тощей и на нее наливается потребное количество воды.

2) Сперва наливаютъ въ творило воду и въ нее погружаютъ кипѣлку.

Въ обоихъ случаяхъ происходитъ сильное шипѣніе, известь пучится, куски распадаются на части, происходитъ болѣе или менѣе сильное выдѣленіе паровъ воды. Когда первый, наиболѣе энергичный періодъ гашенія прекратится, тогда, время отъ времени, веслами или крючками продыравливаютъ массу и направляютъ во внутрь ея стоящую на верху воду, и тѣмъ стараются достигнуть полного гашенія и полученія тѣста равномерной густоты. Черезъ сутки вся известь уже обращается въ тѣсто, однако, для приготовленія изъ нея раствора слѣдуетъ подождать еще нѣсколько дней. Если растворъ готовится для кладки, то въ состояніи тѣста его слѣдуетъ выдерживать не менѣе 8 дней, если же онъ готовится для штукатурки, то не менѣе 20 дней. Иногда же известь въ состояніи тѣста хранится весьма долго (морянка) и это для нея не только безвредно, но даже полезно, если только нѣтъ доступа воздуха.

Погашеная такимъ способомъ известь все же будетъ содержать въ себѣ мелкіе комочки или зернышки, внутреннее ядро которыхъ еще не успѣло почему либо погаситься. Ввиду вредныхъ послѣд-

ствій отъ присутствія подобныхъ комочковъ въ растворѣ, особенно въ идущемъ на штукатурку, часто известъ гасять въ жидкое тѣсто въ особыхъ неглубокихъ *гасильныхъ ящикахъ*, которые ставятся прямо на землѣ (черт. 408). Полученное жидкое тѣсто спускаютъ въ творяла, расположенныя около гасильнаго ящика, черезъ рѣшетку, которая и задерживаетъ всѣ комочки, камешки и другой соръ. Черезъ нѣсколько дней въ творялѣ осѣдаетъ болѣе густо тѣсто, а надъ нимъ отстаивается чистая вода, которую и можно вычерпать или осторожно спустить изъ творяла.

Пушенка, для обращенія въ тѣсто въ большомъ количествѣ, насыпается до верху въ творяло, или, если нужно небольшое количество тѣста, то въ каменьщичій ящикъ, и на нее наливается вода. Каменьщичимъ рабочимъ ящикомъ, или ручнымъ творяломъ называютъ небольшой досчатый ящикъ съ ручками (черт. 409), въ которомъ держать растворъ на мѣстѣ его расходовація. Массу перемѣшиваютъ веслами или лопатами для образованія тѣста однородной густоты. Такъ какъ въ пушенкѣ встрѣчаются зерна кипѣлки, то полученное тѣсто полезно проморить дня 2—3, съ тѣмъ чтобы за это время могло окончиться и гашеніе зеренъ кипѣлки. Съ тою же цѣлью, а равно и для устраненія известковыхъ камешковъ и т. п., очень часто пушенку затворяютъ тоже въ гасильныхъ ящикахъ и изъ нихъ уже спускаютъ въ творяла черезъ отверстія въ гасильномъ ящикѣ, закрытыя мелкими рѣшетками или сѣтками. Изъ жидкаго тѣста часть воды отстаивается. Чтобы тѣсто, оставаясь въ творялѣ, не портилось отъ воздуха, верхнюю его поверхность покрываютъ рогожами, засыпаютъ пескомъ и т. п.

При расходованіи тѣста его рѣжутъ вертикальными кусками, такъ какъ пластность тѣста, наибольшая у дна творяла, постепенно уменьшается въ направленіи къ верхнимъ слоямъ. Для приготовленія раствора, такъ или иначе затвореное тѣсто, при посредствѣ особаго мѣрнаго (бездоннаго) ящика, накладывается на платформу или въ ящикъ, къ нему прибавляется отмѣренное же количество песку и вся эта масса тщательно перемѣшивается помощію лопатъ или желѣзныхъ гребковъ. Воды при этомъ прибавлять не надо, потому что въ самомъ тѣстѣ заключается достаточное ея количество. Если же смѣсь оказывается на видъ очень сухою (жесткою), невязкою, то слѣдуетъ песокъ вбивать въ тѣсто трамбовкой или колотушкою; отъ



такой обработки растворъ вскорѣ пріобрѣтаетъ необходимую вязкость. Хорошо переработанный растворъ долженъ плавно сползать съ лопаты, не прерываясь и не обнаруживая комьевъ.

Жирная известь, какъ сказано было выше, принимаетъ до 4, а тощая до 1—1½ объема песку.

Въ дѣйствительности примѣшиваемое къ извести количество песку зависитъ отъ назначенія раствора, рода кладки и ея расположенія въ сооруженіи. Такъ, растворъ для штукатурки приготавливаютъ изъ жирной извести въ пропорціи 1:2, съ тѣмъ чтобы онъ былъ менѣе пористымъ и не слишкомъ скоро высыхалъ. При болѣе жирномъ растворѣ легко образуются трещины.

Для кирпичной кладки надземной употребляютъ растворъ въ пропорціяхъ (1:1⅓)—(1:4), въ среднемъ 1:3.

Для кирпичной кладки подземной—въ пропорціи (1:3)—(1:5), въ среднемъ 1:4.

Для подземной кладки растворъ долженъ быть болѣе тощимъ для того, чтобы онъ былъ вслѣдствіе этого и болѣе пористымъ, а послѣднее необходимо для возможности проникновенія въ массу раствора воздуха и углекислоты.

Растворъ для бутовой кладки долженъ быть тоже болѣе тощимъ, чѣмъ растворъ для кладки кирпичной, такъ какъ въ бутовой кладкѣ швы бывають болѣе толстыми, а самый камень менѣе пористъ, чѣмъ кирпичъ. Въмѣстѣ съ этимъ растворъ для бутовой кладки и кирпичной подземной долженъ быть болѣе жесткимъ, т. е. содержать меньшее количество воды, чѣмъ растворъ для надземной кирпичной кладки и для штукатурки.

Ввиду того, что равномерное смѣшеніе вязкаго тѣста съ пескомъ все же труднѣе, чѣмъ смѣшеніе сухого порошка, иногда песокъ прибавляютъ къ извести при самомъ ея затвореніи. Для этого пушенку перемѣшиваютъ съ пескомъ насухо и затѣмъ сухую смѣсь затворяють водою въ рабочемъ ящикѣ.

Машинное изготовленіе раствора изъ воздушной извести у насъ почти не употребляется, за границею же, наоборотъ, въ большемъ ходу. Примѣромъ широкаго пользованія машиннымъ растворомъ можетъ служить Берлинъ. Тамъ существуетъ особое общество, имѣющее въ разныхъ частяхъ города одинадцать заводовъ для приготовления раствора. Производительность нѣкоторыхъ изъ нихъ доходитъ

до 400 куб. метров раствора въ сутки. На заводѣ производится гашеніе извести, мореніе ея въ теченіи 1—3 недѣль и машинное смѣшеніе ея съ пескомъ. Готовый растворъ изъ машинъ поступаетъ непосредственно въ телѣги, въ которыхъ и отвозится къ мѣсту работъ.

Машинъ для приготовленія раствора изъ воздушной извести существуетъ нѣсколько типовъ.

Такъ, на черт. 410 показана машина съ вертикальнымъ коническимъ резервуаромъ, а на черт. 411—съ наклоннымъ цилиндрическимъ.

Въ резервуарахъ этихъ вращается ось съ рядомъ насаженныхъ на ней ножей или лопастей, которыми производится перемѣшиваніе составныхъ частей раствора и постепенное передвиженіе всей массы къ выходному отверстию.

Машины эти одинаково пригодны, какъ для приготовленія раствора изъ воздушной извести, такъ и для перемѣшиванія на сухо цемента съ пескомъ.

Обѣ машины предназначены для непрерывнаго производства раствора. Существуютъ машины и съ періодическою производительностью. Въ нихъ перемѣшиваніе составныхъ частей можетъ производиться любое время. Для опорожненія такой машины цилиндрической резервуаръ, открытый сверху, поворачивается своимъ отверстиемъ внизъ.

При ручномъ вращеніи машины производительность ея определяется въ  $1\frac{1}{2}$ —2 куб. метра раствора въ часъ, а при работѣ паровою машиною—въ 4—5 куб. метровъ.

При машинномъ приготовленіи раствора обыкновенно пользуются механическими ситами для просѣиванія песку. На черт. 412 показано сито, вращающееся на наклонной оси. Песокъ поступаетъ въ него по желобу *A*, просѣянный песокъ падаетъ въ резервуаръ, расположенный подъ ситомъ, а высѣвки попадаютъ въ желобъ *B*.

Существуютъ сита, помощью которыхъ можно получать въ отдѣльности высѣвки разной степени крупности.

Хотя известковый растворъ твердѣетъ гораздо медленнѣе цементнаго, однако, заготовлять его слѣдуетъ въ такомъ только количествѣ, какое можетъ быть употреблено въ теченіи одного дня, такъ какъ иначе весь поверхностный слой раствора будетъ испорченъ. Если часть раствора остается не израсходованою, то ее слѣдуетъ сгрести въ кучу и покрыть мокрыми рогожами.

**Растворъ изъ гидравлической извести.** Гидравлическая известь поступаетъ на работы какъ въ гашеномъ, такъ и въ негашеномъ состояніи. При долгомъ храненіи известь портится: негашеная—гасится на счетъ влажности воздуха, а гашеная—твердѣетъ. При необходимости дѣлать большіе запасы такой извести, ее надо хранить подобно тому, какъ хранится негашеная воздушная известь. Гашеная гидравлическая известь доставляется въ мѣшкахъ.

Если гидравлическая известь поступаетъ на работы въ негашеномъ видѣ, то ее надо предварительно погасить.

Приемовъ гашенія гидравлической извести существуетъ нѣсколько:

1) Известь насыпаютъ небольшою кучею, которую окружаютъ пескомъ въ такомъ количествѣ, какое нужно для приготовленія раствора. Затѣмъ известь поливаютъ водою и начинаютъ смѣшивать съ пескомъ, понемногу прибавляя воды.

2) Известь насыпаютъ въ кучу и время отъ времени поливаютъ водою, пока она съ поверхности не обратится въ порошокъ. Послѣ этого перекапываютъ всю кучу, понемногу поливая водою, пока вся известь не покасится.

3) Известь насыпаютъ въ творило слоемъ въ 10—15 ст. и изъ лейки поливаютъ водою, черезъ часъ повторяютъ поливку. Черезъ 1—1½ часа известь обращается въ порошокъ. Тогда ее покрываютъ слоемъ песка толщиной 10—15 ст. и оставляютъ такъ на день. Послѣ этого песокъ сгребаютъ и известь просѣиваютъ. Этотъ способъ практикуется въ Сѣверной Германіи.

4) Насыпаютъ известь въ творило слоемъ 5—6 ст. Поливаютъ водою. Насыпаютъ новый слой той-же толщины, поливаютъ его, насыпаютъ третій слой и т. д. Этимъ способомъ пользуются во Франціи и Швейцаріи.

5) Известь насыпаютъ въ корзины, окунаютъ въ воду и ссыпаютъ въ кучу или въ творило. Когда наберется большая куча, ее обсыпаютъ пескомъ.

Вслѣдствіе того, что гидравлическая известь является тощею, она при гашеніи обращается въ порошокъ сравнительно крупный, зерна котораго остаются непогасившимися и въ тѣстѣ. Ввиду этого необходимо бываетъ прибѣгать къ искусственному измельченію.

Измельченіе зеренъ извести можно производить вручную или при помощи машинъ. Въ первомъ случаѣ погашеную известь раз-

сыпаютъ тонкимъ слоемъ на досчатой платформѣ и ударами трамбовокъ постепенно обращаютъ въ вязкую массу—тѣсто, безъ добавленія воды. Послѣднее оказывается возможнымъ ввиду того обстоятельства, что свѣже погашеная известь содержитъ въ себѣ достаточное количество механически связанной съ нею воды, которая и выступаетъ при ударной обработкѣ. По полученіи тѣста къ нему прибавляютъ песокъ и продолжаютъ обработку далѣе, пока не получится равномерно перемѣшанный растворъ. Ручная обработка обходится дорого и не даетъ вполне удовлетворительныхъ результатовъ.

Машиною для измельченія гашеной извести и обращенія ея въ тѣсто служатъ бѣгуны (черт. 413). Они состоятъ изъ двухъ чугунныхъ цилиндрическихъ колесъ (до 120 пуд.), свободно насаженныхъ на общей горизонтальной оси. Ось эта можетъ быть приводима въ движеніе около другой, вертикальной оси, расположенной ближе къ одному изъ колесъ. При вращеніи этой оси; колеса—собственно бѣгуны—катятся по дну чугуннаго кольцеваго корыта, ширина котораго немного менѣе ширины двухъ ободовъ бѣгуновъ, причемъ одинъ бѣгунъ катится ближе къ наружному, а другой къ внутреннему периметру корыта. При катаніи бѣгуновъ подъ нихъ подбрасываютъ погашеную известь. Вслѣдствіе даннаго расположенія бѣгуновъ тѣ части извести, которыя не попадаютъ подъ одинъ бѣгунъ—непремѣнно должны попасть подъ другой. Вслѣдствіе цилиндричности бѣгуновъ они не только катятся по извести, измельчая ее своею тяжестью, но и истираютъ ее. Известь постепенно выдавливается изъ-подъ бѣгуновъ въ стороны, но снова подбрасывается подъ нихъ помощью особыхъ скребковъ, прикрѣпленныхъ къ оси. Когда известь обратится въ тѣсто, въ нее присыпаютъ песокъ и продолжаютъ обработку до полученія равномерно перемѣшаннаго раствора. Бѣгуны приводятся въ движеніе коннымъ приводомъ или паровою машиною. Кромѣ этой конструкціи встрѣчается иная, въ которой приводится въ движеніе корыто, а ось съ бѣгунами остается неподвигною. При машинной обработкѣ измельчается и песокъ, а это весьма полезно для раствора изъ гидравлической извести. Чтобы бѣгуны не страдали отъ попадающихъ подъ нихъ камней, ихъ устраиваютъ такимъ образомъ, что, въ случаѣ встрѣчи ими препятствія, котораго они не могутъ преодолѣть, т. е. измельчить, бѣгуны приподнимаются

и, такъ сказать, перескакиваютъ черезъ него. Это можетъ быть замѣчено и камень можетъ быть вынуть рабочимъ.

Гидравлическая известь, доставляемая въ гашеномъ видѣ, подвергается такой же обработкѣ. Если гидравлическая известь подвергается на заводѣ измельченію въ сухомъ видѣ, то на мѣстѣ работу ее затворяютъ прямо въ тѣсто съ пескомъ, какъ воздушную жирную.

**Цементный растворъ.** Цементъ доставляется къ мѣсту работу въ боченкахъ, вѣсомъ brutto около одинадцати пудовъ, или въ мѣшкахъ, вѣсомъ 5 пудовъ. Въ бочкахъ цементъ сохраняется хорошо, надо только предохранять его отъ подмочки дождемъ. Обыкновенно цементъ ставятъ въ сараѣ на досчатомъ полу или по крайней мѣрѣ на досчатыхъ подстилкахъ. При небольшихъ партіяхъ цемента его можно хранить подъ брезентами.

Ввиду сравнительной быстроты схватыванія цементовъ, растворы изъ нихъ готовятъ въ небольшихъ количествахъ, соответствующихъ  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$  часовой работѣ. Цементъ перемѣшивается съ пескомъ на сухо въ сараѣ на досчатой платформѣ и въ такомъ видѣ доставляется рабочимъ, которые уже и затворяютъ его водою у себя въ небольшихъ ящикахъ. Достоинство раствора зависитъ отъ степени равномерности перемѣшиванія, а потому на это слѣдуетъ обращать особое вниманіе. Заграницею для сухой переработки цемента и песку пользуются поэтому машинами, состоящими изъ цилиндрической бочки, внутри которой вращается ось съ насаженными на ней ножами. Количество воды, необходимое для затворенія цементнаго раствора, зависитъ какъ отъ количества цемента, такъ и отъ количества песку. Наивыгоднѣйшее количество воды должно быть опредѣлено опытомъ, а для того чтобы рабочіе могли соблюдать это условіе, полезно заготовлять ведра той емкости, которая соответствуетъ той порціи смѣси, которая доставляется имъ для затворенія въ одинъ пріемъ. Безъ этой предосторожности очень трудно услѣдить за тѣмъ, чтобы всѣ рабочіе имѣли растворъ одинаковой густоты. Очень часто рабочіе, на небольшихъ работахъ, насыпаютъ къ себѣ въ ящикъ сразу большое количество цемента и песку, небрежно перемѣшиваютъ его насухо, за тѣмъ отгребаютъ въ одинъ уголь нужную имъ порцію и затворяютъ ее водою, обык-

новенно, въ избыткѣ. Вслѣдствіе этого часть воды, выдѣляющаяся при перемѣшиваніи затворенаго тѣста, подтекаетъ подъ остальную часть сухой смѣси и подмачиваетъ ее. Въ то время, когда рабочий станеть затворять себѣ вторую порцію тѣста изъ готовой сухой смѣси, но имъ же подмоченой, то часть цемента окажется уже схватившеюся и растворъ будетъ испорченъ. Очень часто растворъ застаивается и успѣеть схватиться; въ такомъ случаѣ рабочіе обыкновенно подбавляютъ къ нему сухой смѣси и, затворивъ ее водою, перемѣшиваютъ со схватившимся растворомъ. Это также вредно вліяетъ на достоинство раствора. Сплошь и рядомъ при недостаточномъ присмотрѣ за рабочими они оставляютъ въ ящикѣ готовый растворъ, уходя съ работъ на обѣдъ или кончая дневную работу. Отъучить отъ этого можно только штрафами въ размѣрѣ стоимости испорченнаго раствора, который приходится выбрасывать. Если растворъ надо имѣть жидкій, напр. для заливки, то слѣдуетъ сразу приливать все потребное количество воды, такъ какъ въ противномъ случаѣ густое тѣсто отъ прибавки къ нему воды частью выщелачивается, и его приходится снова долго перемѣшивать для достиженія однородности, а при этомъ часть цемента можетъ успѣть схватиться.

Песокъ для цементнаго раствора долженъ быть сухой, въ противномъ случаѣ цементъ успѣваетъ схватываться во время перемѣшиванія, которое къ тому же сильно замедляется.

Количество песку, прибавляемаго къ цементу, зависитъ отъ рода цемента и отъ назначенія раствора. Романскій цементъ допускаетъ прибавку песку не свыше 2-хъ объемовъ, а портландскій—3—4. Чистый цементъ употребляется рѣдко: для заглушенія ключей, для заливки трещинъ въ кладкѣ и т. п. Для полученія водонепроницаемаго слоя количество песку не должно превосходить 1 объема на 1 объемъ цемента. Для подводной кладки на портландскимъ цементѣ берутъ растворъ въ пропорціяхъ 1:1 и 1:2, а для воздушной кладки—1:2<sup>1</sup>/<sub>2</sub>, 1:3, 1:3<sup>1</sup>/<sub>2</sub> и 1:4. Въ этомъ случаѣ пропорція зависитъ отъ рода кладки: для облицовки берутъ меньше песку, чѣмъ для забутки, для расшивки швовъ меньше, чѣмъ для облицовки.

Лучшій песокъ средній, крупный лучше мелкаго, однако, для штукатурныхъ работъ мелкій песокъ предпочтительнѣе. Песокъ, вообще употребляемый для растворовъ, долженъ быть съ шероховатою по-

верхностью и съ острыми ребрами, такъ какъ всякое тѣсто съ такимъ пескомъ сцѣпляется лучше, чѣмъ съ пескомъ, имѣющимъ гладкую поверхность и закругленныя формы. Главнымъ же образомъ нужно требовать чистоты песка и, вслучаѣ надобности, прибѣгать къ его промывкѣ.

Испытаніе чистоты песка можно сдѣлать такъ: насыпать въ бутылочку съ водой горсть песку и хорошенько взболтать. Если по окончаніи взбалтыванія песокъ осѣдаетъ быстро, а вода мутнѣетъ слабо, то песокъ признается достаточно чистымъ. Если вода оказывается довольно мутною, то опытъ слѣдуетъ повторить, воспользовавшись для него мензуркою (стекляннымъ стаканомъ съ дѣленіями). Песокъ, содержащій 4% (по объему) глины и другихъ примѣсей, слѣдуетъ считать негоднымъ\*).

Песокъ, разсыпанный тонкимъ слоемъ, можетъ промываться дождемъ отъ растворимыхъ солей, напр. морской. Для устраненія же глинистыхъ и органическихъ примѣсей и очень мелкихъ частицъ промывку производятъ въ бочкахъ или ящикахъ: насыпаютъ песокъ, наливаютъ достаточное количество воды и тщательно, главное, быстро мѣшаютъ его лопатами. Всѣ мелкія и легкія частицы всплываютъ; мутную воду сливаютъ, замѣняютъ ее чистою и продолжаютъ перемѣшиваніе песку. Эти операціи повторяютъ до тѣхъ поръ, пока вода не перестанетъ дѣлаться мутной. Если есть текучая вода, напр. горный ручей, то промывку удобно производить въ длинныхъ корытахъ, поставленныхъ съ нѣкоторымъ уклономъ, черезъ которые и пропускаютъ текучую воду. Въ корыта насыпаютъ песокъ и тщательно перемѣшиваютъ его лопатами; вся муть уходитъ съ водою, а чистый песокъ остается на днѣ корыта.

Для хорошаго сцѣпленія раствора съ камнемъ поверхность послѣдняго также должна быть чистая, для чего, въ случаѣ надобности, камни моютъ.

Съ гладкою поверхностью камня растворъ сцѣпляется хуже, чѣмъ съ шороховатою, поэтому сцѣпленіе раствора съ булыжникомъ менѣе совершенно, чѣмъ съ бутомъ или поверхностями колотаго булыжника.

Такъ какъ для твердѣнія цементнаго раствора необходимо присутствіе воды, то необходимо принимать мѣры къ устраненію бы-

---

\*) Въ Германіи такой песокъ воспрещается употреблять для приготовленія раствора.

страго высыханія раствора. Поэтому кладку на цементъ, производимую въ жаркіе дни, слѣдуетъ поливать водою или покрывать мокрыми рогожами.

Если камень пористъ, (какъ напр. кирпичъ), то онъ, впитывая воду изъ раствора, мѣшаетъ его твердѣнію. Въ такихъ случаяхъ необходимо камень смачивать водою, а самый растворъ дѣлать жиже.

Морозъ на всякій растворъ дѣйствуетъ вредно, обращая воду въ ледъ. Поэтому оставляя свѣжую кладку на почъ въ ожиданіи заморозковъ, ее слѣдуетъ закрывать рогожами, соломой и т. п., или, если возможно, затоплять водою (при кладкѣ внутри перемычекъ). Въ случаѣ надобности производить работу при заморозкахъ, известковый растворъ приготавливаютъ на горячей водѣ или берутъ свѣже погашеную известь, не потерявшую своей теплоты. Однако, эти мѣры не достигаютъ своей цѣли. По оттаиваніи кладки растворъ крошится. Цементный растворъ, затворенный на горячей водѣ, при минимальномъ количествѣ послѣдней, твердѣетъ сравнительно хорошо, особенно если онъ успѣетъ схватиться раньше, чѣмъ наступитъ замерзаніе. Бывали, однако, случаи, когда растворъ замерзалъ раньше схватыванья, и тѣмъ не менѣе твердѣніе происходило вполне удовлетворительно. Подобное явленіе объясняютъ тѣмъ, что схватываніе, прерванное морозомъ, продолжается при наступленіи оттепели. Кромѣ горячей воды для работы на морозѣ рекомендовали и инья мѣры, напр. затвореніе цемента на водѣ, содержащей въ себѣ повареную соль, такъ какъ послѣдняя понижаетъ температуру замерзанія воды. Однако, введеніе соли въ растворъ не желательно въ виду ея гигроскопичности: растворъ будетъ задерживать сырость. При постройкѣ такихъ сооружений каковы опоры мостовъ, трубы и т. п., въ случаѣ надобности вести работы зимою, пользуются *тепляками*—временными отопляемыми сараями, которые строятъ надъ возводимомъ сооруженіи.

---

## ГЛАВА XVIII.

### Производство кирпичной кладки.

При изложеніи пріемовъ производства работъ по веденію различныхъ кладокъ мы будемъ слѣдовать такому порядку: въ отдѣль-



ныхъ главахъ изложимъ пріемы кладки массивовъ и стѣнъ изъ кирпича, изъ тесоваго камня и т. д., а затѣмъ въ одной главѣ изложимъ пріемы кладки сводовъ изъ разныхъ матеріаловъ.

Кирпичъ главнымъ образомъ употребляется для кладки стѣн; въ такомъ случаѣ начинать работу приходится на выровненной поверхности бутоваго фундамента. Если кирпичъ идетъ и на кладку фундамента, то работа начинается на выровненномъ днѣ котлована или фундаментнаго рва. Обыкновенно кладку начинаютъ не непосредственно на землѣ, а на слой щебня, частью втрамбованнаго въ землю и залитаго растворомъ. Направленіе и толщина стѣнъ обозначаются двумя веревками—*причалками*, натянутыми между кольями, вбитыми въ землю въ концахъ отдѣльныхъ прямолинейныхъ участковъ стѣнъ, или укрѣпленными на особой рамѣ, служащей для разбивки работы \*). Кирпичи предварительно раскладываются насухо вдоль лицевыхъ поверхностей стѣнъ, съ цѣлью опредѣленія точнаго положенія угловъ и выступовъ кладки и границъ работы отдѣльныхъ каменщиковъ. Рядъ кирпичей, уложенныхъ по лицу стѣны, называется *верстою*. Рабочіе, смотря по толщинѣ стѣны, становятся по одной или по обѣ ея стороны, на разстояніи  $1\frac{1}{2}$ —3 арш. (4—8 ложковъ) одинъ отъ другого, причемъ на всѣхъ углахъ ставятъ болѣе опытныхъ рабочихъ. Если число рабочихъ не достаточно для того, чтобы ихъ разставить по всему периметру стѣнъ, то кладутъ попеременно отдѣльныя прямолинейныя части стѣнъ, причемъ для возможности перевязки въ мѣстахъ сопряженія отдѣльныхъ кладковъ, послѣднія оканчиваютъ вертикальными или наклонными штрабами, черт. 135 и 136. По размѣщеніи рабочихъ начинается самая кладка, которая ведется обыкновенно такъ: рабочій спинаетъ нѣсколько верстовыхъ кирпичей, накладываетъ на мѣсто перваго кирпича мастерскою лопаткою (кельмою) (чер. 414) слой раствора, кладетъ на него кирпичъ и давленіемъ руки или ударами рукою своего молотка (чер. 415) осаживаетъ его настолько, насколько нужно для образованія шва обычной толщины. Затѣмъ рабочій беретъ новую порцію раствора, кладетъ ее на мѣсто втораго кирпича, смазываютъ растворомъ одну изъ узкихъ сторонъ кирпича (собственно одну только ея половину, ближайшую къ лицу стѣны) сажаетъ кирпичъ,

\*) О разбивкѣ работъ см. въ Курсѣ Основаній и Фундаментовъ.

осаживаетъ его, причемъ избыткомъ раствора отчасти заполняетъ заусенокъ. Снявъ излишній растворъ, выдавленный на постели, рабочій заполняетъ имъ свободную часть заусенка, переходитъ къ третьему кирпичу и т. д. Такая кладка кирпича называется *подливкою* или кладкою «*подъ лопатку*». Если подлитой кирпичъ будетъ сдвинуть съ мѣста, то его слѣдуетъ поднять, обмыть водою, снять лежавшій подъ нимъ растворъ и положить новаго, такъ какъ въ противномъ случаѣ разъ нарушенная связь кирпича съ растворомъ уже не восстанавливается, въ чемъ можно убѣдиться при разборкѣ старыхъ стѣнъ.

Когда подлиты версты по обѣимъ сторонамъ стѣны, приступаютъ къ заполненію промежутка между ними. Заполненіе это дѣлаютъ разными способами:

1) Кладутъ между верстами на сухо цѣлый и битый кирпичъ, большія пустоты заполняютъ осколками и все это заливаютъ жидкимъ растворомъ.

2) Промежутки между верстами подраздѣляютъ *маяками*, т. е. поперечными рядами кирпичей, на отдѣльные ящички, въ которые и накладываютъ слой болѣе жидкаго раствора (сокъ). Въ этотъ растворъ сажаютъ кирпичи (*сажаютъ* или *бутятъ въ сокъ*), какъ цѣльные, такъ и половнякъ, стараясь при этомъ выдавливаемымъ растворомъ заполнить заусенки (*бученье въ засычку*), что, однако, не вполне удается, такъ какъ жидкій растворъ вытекаетъ изъ швовъ, а густой почти не поднимается въ нихъ.

Заусенки между кирпичами, остающіеся отчасти незаполненными растворомъ, приходится заполнять сверху. Дѣлается это или однимъ только растворомъ, еще болѣе жидкимъ (прыскомъ), или болѣе толстые заусенки предварительно зацебениваются осколками кирпича, которые сплошь и рядомъ раздробляются ударами молотка при самой загонкѣ ихъ въ заусенки.

3) Всѣ кирпичи, нужные для заполненія промежутка между верстами, кладутъ по одиночкѣ на густомъ растворѣ, при чемъ заусенки заполняются растворомъ, отчасти выдавливаемымъ съ постели, отчасти нарочно накладываемымъ на боковые грани кирпича передъ его посадкою.

Первый способъ въ смыслѣ быстроты работы и сокращенія расхода раствора является весьма выгоднымъ, любимымъ рабочими и подрядчиками, но допускать его, при добросовѣстномъ отношеніи

строителя къ работамъ, положительно нельзя: связь между кирпичами всей внутренней массы стѣнъ является слишкомъ слабою, случайною.

Лица, заинтересованныя въ примѣненіи этого способа кладки, въ защиту его обыкновенно приводятъ такія соображенія: битый кирпичъ съ растворомъ образуетъ бетонъ, а бетонъ ничуть не хуже кирпичной кладки. Подобное объясненіе невыдерживаетъ критики: для того чтобъ битый кирпичъ съ растворомъ могъ быть названъ бетономъ, онъ долженъ быть *тщательно* съ нимъ перемѣшанъ, чтобы всѣ куски камня были облѣплены растворомъ, а такого смѣшанія въ описанномъ приѣмѣ кладки не существуетъ. Къ тому же для приготовления бетона никогда не пользуются жидкимъ растворомъ; бетонъ трамбуютъ; готовятъ исключительно на гидравлическомъ растворѣ.

Второй способъ кладки, особенно при гидравлическомъ растворѣ, даетъ вполне хорошіе результаты, нужно только слѣдить затѣмъ, чтобы половнякъ распредѣлялся равномерно между цѣлымъ кирпичемъ, чтобы осколки кирпича шли только на заполненіе щелей между разбитыми кирпичами, а не служили самостоятельно для кладки, чтобы разцебенка производилась не на сухо, а въ сокъ, т. е. чтобы щели предварительно заполнялись растворомъ, а затѣмъ уже зацебенивались.

Послѣдній способъ является хотя и болѣе мѣшкотнымъ, но зато и наиболѣе совершеннымъ, въ смыслѣ достиженія прочности стѣны. Поэтому его слѣдуетъ рекомендовать во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, когда стѣны должны подвергаться большой нагрузкѣ.

Положивши первый слой, каменщики переходятъ ко второму, причемъ положеніе отдѣльныхъ кирпичей версты опредѣляется нижележащими. Такъ какъ наша форма кирпича требуетъ разной толщины швовъ въ ложковыхъ и тычковыхъ рядахъ, а каменщики мало на это обращаютъ вниманія, то наружные швы кирпичей второго слоя, располагаемые правильно въ началѣ границы каждаго рабочаго, скоро начинаютъ забѣгать впередъ и приближаются къ совпаденію со швами нижняго ряда. Это можетъ быть отчасти устранено подборомъ болѣе короткихъ кирпичей для ложковъ, но обыкновенно несовпаденіе швовъ достигается укороченіемъ какого-нибудь ложка, отъ котораго отрубается до четверти длины. Этимъ способомъ на-

ружная перевязка швовъ всегда соблюдается каменщиками, хотя бы и плохими, на внутреннюю же перевязку они не обращаютъ ровно никакого вниманія \*).

Кирпичъ, передъ положеніемъ его въ дѣло, слѣдуетъ смачивать водою, чтобы онъ не пересушалъ раствора, впитывая въ себя воду. Наши каменщики привыкли работать съ такимъ жидкимъ известковымъ растворомъ, что смачиваніе кирпича становится почти бесполезнымъ, а то и прямо вреднымъ, вмѣстѣ съ этимъ они не любятъ смачивать кирпичъ и зачастую ограничиваются тѣмъ, что только быстро окунаютъ кирпичъ въ ушатъ съ водою или плещутъ на него воду своею мастерскою лопаткою. Привыкнувъ къ подобной работѣ съ воздушнымъ известковымъ растворомъ, каменщики не охотно отказываются отъ этихъ пріемовъ, работая и на цементѣ. Въ цементномъ растворѣ вода нужна не только для приданья ему пластичности, но и для самаго процесса твердѣнія, а потому высушиванія раствора вытягиваніемъ изъ него воды порами кирпича допускать нельзя. Ввиду этого необходимо кирпичъ смачивать до насыщенія его водою. Въ дѣйствительности этого можно достигнуть въ томъ случаѣ, если весь кирпичъ, доставляемый къ мѣсту его укладки, сваливается въ ящикъ съ водой. При этомъ каменщики поневолѣ будутъ класть кирпичъ, хорошо смоченый. Такое же тщательное смачиваніе надо производить и при кладкѣ на глинѣ.

Вводя большое количество воды въ кладку, надо подумать и о томъ, какимъ образомъ удалить изъ нея всю лишнюю воду. Удаленіе это можетъ происходить только путемъ испаренія. При такихъ условіяхъ, въ случаѣ кладки толстыхъ стѣнъ, въ нихъ слѣдуетъ образовывать вертикальные каналы, по которымъ могъ бы циркулировать воздухъ. По просушкѣ стѣнъ каналы эти могутъ быть съ концовъ заложены кладкою.

Горизонтальность и вертикальность кладки провѣряется слѣдующими способами. На концахъ прямолинейнаго участка стѣны, по обѣимъ ея сторонамъ, укрѣпляются причалки, служащія для показанія направленія кладки въ планѣ; ими можно пользоваться и для опредѣленія горизонтальности верхней поверхности слоя кладки, для чего концы этихъ причалокъ закрѣпляютъ (зачаливаются) на опре-

---

\*) На черт. 178 показанъ примѣръ отступленія отъ правилъ разрѣзки при кладкѣ столбовъ.

дѣленныхъ высотахъ, (считая направленіе отъ цоколя), а провѣсь ихъ уничтожаютъ подкладываніемъ кирпичей. Правильность положенія причалки достигается тѣмъ, что средину ея поднимаютъ на столы, чтобы она пришлась на одной прямой съ крайними ея точками. Когда причалки вывѣрены, то кладку верстовыхъ кирпичей ведутъ такимъ образомъ, чтобы верхъ кирпича касался причалки. Болѣе толстый кирпичъ приходится глубже вдавливать въ растворъ, подъ болѣе тонкій—класть толще слой раствора. Когда обѣ версты уложены, горизонтальность остальныхъ кирпичей въ слоѣ провѣряется деревянною линейкою — *правиломъ*, укладываемою на верстовые кирпичи. Черезъ каждыя 1—2 арш. по высотѣ горизонтальность кладки провѣряется ватерпасомъ или съ отвѣсомъ, или, лучше, съ воздушнымъ пузырькомъ. Подобная провѣрка дѣлается также не доходя за нѣсколько рядовъ до такихъ частей, которыя должны быть строго горизонтальны, напр. пояски, карнизы, начало перемычекъ и т. п., съ тѣмъ чтобы кладкою этихъ слоевъ можно было исправить ошибки. Притирки или притески положенныхъ уже слоевъ не слѣдуетъ допускать, такъ какъ при этомъ кирпичъ легко сдвигается съ мѣста, теряя связь съ растворомъ. Вертикальность кладки провѣряется или просто отвѣсомъ, или вертикальною доскою съ отвѣсомъ; которую можно прижать къ самой стѣнѣ. Если стѣна должна имѣть уклонъ, то правильность его провѣряется также доскою съ отвѣсомъ, одна изъ сторонъ которой срѣзана подъ даннымъ угломъ къ вертикали. При большихъ измѣреніяхъ стѣнъ, пользуясь ватерпасомъ (длиною не свыше 2 саж.), можно сдѣлать ошибку, а потому предпочтительнѣе пользоваться невеллиромъ. Въ Германіи для невеллировки кладки пользуются уровнемъ, состоящимъ изъ двухъ вертикальныхъ стеклянныхъ трубокъ, вставленныхъ въ металлическія оправы и соединенныхъ между собою длиною резиноюю трубою. На стеклянныхъ трубкахъ сдѣланы мѣтки въ одинаковыхъ разстояніяхъ отъ подошвы оправъ. Трубки наполняются водою, высота стоянія которой въ стеклянныхъ трубочкахъ и показываетъ положеніе горизонта (черт. 416).

Если стѣны остаются безъ штукатурки, то приходится особенно строго слѣдить за одинаковою толщиною слоевъ кладки (или, другими словами, за одинаковостью числа швовъ на данной высотѣ), а это можетъ быть достигнуто тѣмъ, что кладку ведутъ по рейкамъ, на

которыхъ отмѣчены положенія отдѣльныхъ слоевъ кладки. Такими же рейками иногда пользуются и для правильнаго положенія отдѣльныхъ кирпичей въ каждомъ ложковомъ или тычковомъ ряду. Для кладки всѣхъ мало-мальски сложныхъ выступовъ, косыхъ угловъ и т. п. слѣдуетъ давать чертежъ расположенія кирпичей въ смежныхъ слояхъ. Безъ этой предосторожности нельзя ожидать правильной перевязки кладки.

Наружная поверхность стѣны обдѣлывается различно, смотря по назначенію стѣны и виду ея чистой отдѣлки. Если стѣны останутся безъ штукатурки, напр. заднія стѣны домовъ, сараевъ и т. п., то растворъ въ постеляхъ и заусенкахъ выравнивается за подъ лицо со стѣною или излишекъ раствора растирается по стѣнѣ, выравнивая всѣ ея неровности. Такое растираніе называется *затиркою швовъ*. Затертые швы кажутся очень толстыми (черт. 417).

Если стѣна будетъ штукатуриться, то для лучшей связи ея со штукатуркою полезно швы оставлять *пустыми*, (на глубину около  $\frac{1}{4}$  верш.). Достигается это тѣмъ, что подъ верстовые кирпичи кладется растворъ болѣе узкою полосой, недоходящею до лица стѣны даже послѣ нажатія кирпича. Кладка съ такими швами называется *пустошовкою*.

Если лицевыя стѣны оставляются безъ штукатурки, то окончательная ихъ отдѣлка заключается въ *расшивкѣ швовъ*.

Расшивка швовъ заключается въ томъ, что изъ наружныхъ швовъ, на глубину около  $\frac{1}{2}$  верш., выбирается старый растворъ и замѣняется новымъ, цементнымъ или бѣлымъ известковымъ (на бѣломъ мелкомъ пескѣ). Передъ положеніемъ свѣжаго раствора швы смачиваются водою. Различаютъ два вида расшивки: съ выпуклыми и впалыми или вогнутыми швами (черт. 418). Эта форма шву придается посредствомъ особаго инструмента — *расшивки* (черт. 419). Иногда на лицевыхъ стѣнахъ дѣлаются также и *пустые швы*, причемъ, для достиженія правильности ихъ, при кладкѣ стѣны кладутъ строганыя деревянныя рейки по постелямъ и заусенкамъ, недопускающія раствору выходить за извѣстные предѣлы; рейки эти снимаются послѣ того когда растворъ успѣетъ достаточно затвердѣть.

Для кладки лицевыхъ кирпичныхъ стѣнъ, оставляемыхъ безъ штукатурки, слѣдуетъ предпочтительно пользоваться спеціальнымъ облицовочнымъ кирпичемъ или, по крайней мѣрѣ, лучшими сортами строеваго (тисковымъ или машиннымъ) и слѣдить за тѣмъ, чтобы лице-

вая сторона такихъ стѣнъ не загрязнялась потеками раствора. При кладкѣ изъ простого кирпича наружныя стѣны приходится передъ расшивкою протирать кирпичемъ, какъ для удаленія потековъ раствора, такъ и вообще для очищенія и сглаживанія поверхности. Облицовка стѣнъ специально приготовленнымъ облицовочнымъ кирпичемъ можетъ производиться или одновременно съ кладкою стѣнъ, или впослѣдствіи, по окончаніи осадки.

## ГЛАВА XIX.

### Производство тесовой кладки.

Идеальною тесовою кладкою можетъ быть признапа такая, въ которой давленіе отъ одного слоя къ другому передается по весьма тщательно обтесаннымъ, почти отшлифованнымъ постелямъ.

Такая тщательная пригонка можетъ быть достигнута только *притиркою* одного камня къ другому. Есть данныя предполагать, что греки и употребляли этотъ способъ пригонки камней при кладкѣ колонъ. Въ настоящее время, при возведеніи наиболѣе цѣнныхъ сооружений, довольствуются только чистою обтескою постелей, а для достиженія возможно правильной передачи давленія отъ одного камня къ другому, прибѣгаютъ къ употребленію раствора или свинца.

Для того чтобы растворъ приносилъ извѣстную пользу, необходимо, чтобы онъ лежалъ не особенно тонкимъ, а равно и не слишкомъ толстымъ слоемъ, а именно: не тоньше  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$ " (5—6 мм.) и не толще  $\frac{1}{3}$ " (8 мм.) въ постеляхъ; въ заусенкахъ толщина слоя раствора можетъ быть значительно меньше, а именно до  $\frac{1}{8}$ " (3 мм.). Вообще же толщина раствора зависитъ отъ вида обтески камней, рода раствора, крупности песку и т. п. Чѣмъ глаже поверхность камня, тѣмъ хуже къ нему пристаеъ растворъ; чѣмъ тоньше долженъ быть шовъ, тѣмъ мельче нуженъ песокъ; цементный растворъ допускаеъ болѣе тонкіе швы, чѣмъ известковый.

Введеніе раствора въ швы кладки неминуемо влечетъ за собою появленіе замѣтныхъ на глазъ наружныхъ швовъ \*). Тонина швовъ

\*) При притиркѣ камней шовъ очень мало замѣтенъ; а для того чтобы совершенно отвлечь вниманіе отъ швовъ на колонахъ, греки пользовались „канелюрами“, т. е. не глубокими канавками, вытесанными по производящимъ колоннѣ.

до нѣкоторой степени указываетъ на тщательность обтески постелей или, другими словами, на достоинство тесовой кладки. Отсюда понятно стремленіе нѣкоторыхъ строителей—искусственно уменьшать толщину швовъ.

Для сокращенія видимой толщины шва и доведеніе ее, напр., до  $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{10}$ " , иногда практикуются такіе способы:

1) Одна постель камня обтесывается не по плоскости (черт. 420), а съ нѣкоторою впадиною, благодаря которой толщина слоя раствора постепенно уменьшается и наружные швы могутъ быть сдѣланы очень тонкими.

2) Камни на ширину нѣсколькихъ дюймовъ обтесываются чисто, а дальше получисто, съ нѣкоторымъ уклономъ (черт. 421).

Однако, опытъ показываетъ, что, вслѣдствіе неравномѣрной усушки раствора, наружныя части камня оказываются болѣе нагруженными, чѣмъ внутреннія, вслѣдствіе чего въ камнѣ появляются трещины, сопровождающіяся выкрашиваніемъ наружныхъ кромокъ.

Наружныя кромки камня даже и при прямомъ двугранномъ углѣ являются болѣе слабыми частями камня, легко выкрашивающимися даже при самомъ положеніи камня въ дѣло, а потому рекомендуется прибѣгать къ притупленію внѣшнихъ кромокъ камня, какъ было показано на черт. 284.

Для передачи давленія отъ одного камня къ другому, особенно если кладка ведется изъ тесаныхъ камней очень большаго размѣра, часто пользуются свинцомъ, причемъ кладутъ листы свинца во всю площадь постели или только отдѣльныя небольшія пластинки. Въ послѣднемъ случаѣ давленіе передается не по всей площади постели, а только въ нѣсколькихъ точкахъ, а потому пользованіе пластинками можно допускать въ томъ только случаѣ, если камень достаточно твердъ. Пластинки располагаются равномѣрно по всей площади постели и въ такомъ разстояніи отъ наружныхъ поверхностей камня, при которомъ нельзя опасаться откалыванія кромокъ. Когда камень уложенъ на свинцовыхъ пластинкахъ и горизонтальность постели вывѣрена, шовъ заливается жидкимъ растворомъ изъ чистаго цемента.

Тесовую кладку приходится начинать на выровненномъ слоѣ бутовой или кирпичной. Въ этомъ случаѣ самое выравниваніе производится болѣе тщательно, причемъ провѣряется и горизонталь-



ность выравненной поверхности. Выравнивание производится цементным раствором.

Камень доставляется къ мѣсту работъ или только въ грубо околотомъ видѣ или въ болѣе или менѣе готовомъ для кладки. Въ первомъ случаѣ на мѣстѣ работъ устраивается навѣсъ, гдѣ и производятся всѣ каменотесныя работы.

Для кладки прямолинейныхъ стѣпъ камни отесываются въ наугольникъ, т. е. въ видѣ прямоугольныхъ параллелепипедовъ данныхъ размѣровъ. Если камни должны имѣть инныя формы, то для нихъ вычерчиваются въ натуральную величину шаблоны всѣхъ ихъ граней, по которымъ камни и отесываются.

При тесовой кладкѣ постели и заусенки обыкновенно обтесываются получисто, чисто-же обтесывается только лицо. Иногда же все лицо оставляется только грубо околотымъ, а чисто обтесываются только лицевыя каймы камня, шириною около 1". (черт. 422). Подобная отдѣлка применяется или ко всѣмъ лицевымъ камнямъ, или только къ угловымъ. Иногда кромки такихъ камней обтесываются не плоскостью, а по какому либо сложному профилю. Кладка изъ такихъ камней можетъ быть очень красивою. При возведеніи монументальныхъ сооружений лицевыя поверхности камней шлифуются и полируются. При этомъ заусенки и постели обтесываются чисто. Если все лицо должно быть обтесано на часто, то эту работу очень часто производятъ уже послѣ окончанія кладки сооруженія. Но и при этомъ порядкѣ работъ лицевыя каймы отесываются на чисто при самой заготовкѣ камня.

Отдѣльные камни, прежде чѣмъ ихъ положить на растворъ, сперва укладываются пасухо, для того чтобы убѣдиться, что они вытесаны вполне правильно, а если они нуждаются въ пригонкѣ, то для возможности сдѣлать это до положенія камня на растворъ.

Приемы укладки на растворъ или подливки отдѣльныхъ камней зависятъ отъ вѣса послѣднихъ и тѣхъ средствъ, которыми располагаютъ для ихъ перемѣщенія, собственно для подъема и опусканія.

Небольшіе камни послѣ пригонки совсѣмъ снимаются съ мѣста руками, а болѣе крупныя кантуются, т. е. опрокидываются на грань, которая должна образовывать заусенокъ, или помощью ломовъ приподнимаются на нѣкоторую высоту и подъ нихъ кладутся деревянные клинья. Послѣ этого постели нижняго слоя кладки и укладываемого

камня, а равно и грань замыкаемаго заусенка тщательно обмываются водою для очищенія отъ пыли, а равно и для того, чтобы они не поглощали воды изъ раствора. Для очищенія граней камней иногда пользуются металлическими щетками. На чистую постель накладывается слой раствора и тщательно разравнивается.

Камень, садясь на растворъ, выдавливаетъ часть его изъ-подъ себя. Ввиду этого растворъ кладутъ слоемъ болѣе толстымъ, чѣмъ проектная толщина шва. Для того чтобы выдавленный растворъ не вытекалъ на лицо кладки и не образуетъ трудно счищаемыхъ потековъ, слой накладываемаго раствора не доводятъ до лица стѣны. Боковая грань смежнаго камня смазывается растворомъ, тоже не доводя его до лица. Когда растворъ положенъ, снятый камень осторожно кладутъ на него и надвигаютъ на сосѣдній.

Часть постели, незаполненную растворомъ при посадкѣ отдѣльныхъ камней, заполняютъ чистымъ цементомъ послѣ укладки всего ряда. Эта работа называется расшивкою швовъ. При расшивкѣ швамъ даютъ выпуклый или вогнутый профиль. Часть заусенка, незаполненную при посадкѣ камня, заливаютъ болѣе жидкимъ растворомъ.

Если камень былъ перекантованъ, то на мѣсто, на которое его нужно положить, кладутъ по двумъ противоположнымъ сторонамъ периметра, а именно вдоль лица и хвоста, деревянные планки, толщина которыхъ равна толщинѣ шва. Между планками накладывается растворъ слоемъ нѣсколько толще шва, не доводя его до планокъ. Грань смежнаго камня смазывается растворомъ. Послѣ этого камень осторожно опускается на растворъ. Растворъ, нажатый камнемъ, растекается по постели, частью вытекаетъ изъ-подъ камня, пока послѣдній не сядетъ на планки. Послѣ этого планки вытаскиваютъ изъ-подъ камня.

Если камень не кантовался, а былъ только поднятъ на клинья, то растворъ приходится забрасывать подъ камень. Для этого растворъ долженъ быть жиже. Разравниваніе раствора производятъ помощью особаго инструмента (черт. 423) въ видѣ двусторонней пилы, называемаго *саблею*.

Когда растворъ такъ или иначе положенъ, камень поддерживаютъ желѣзными ломami, выбиваютъ деревянные клинья и, нагибая ломы, осторожно садятъ камень на растворъ. Этотъ способъ подливки те-

совыхъ камней имѣть слѣдующій недостатокъ: при укладкѣ наружнаго ряда, камни можно поддерживать ломами только съ двухъ смежныхъ сторонъ—сзади и сбоку (поддерживая снаружи, можно выкрошить кромки); вслѣдствіе этого камень садится неравномѣрно всѣми своими углами, выдавливая растворъ изъ-подъ болѣе осѣвшихъ угловъ. Этотъ способъ кладки иногда видоизмѣняютъ такъ. По двумъ кромкамъ камня кладутъ планки, толщиною равныя проектному шву, на нихъ опускаютъ камень, а затѣмъ подъ него наливаютъ жидкій растворъ; планки выпимаются послѣ затвердѣнія раствора. При этомъ шовъ дѣйствительно получается повсюду одинаковой толщины, но зато растворъ оказывается болѣе рыхлымъ, необладающимъ тѣмъ сопротивленіемъ, какое возможно при болѣе густомъ затвореніи. Если при этомъ песокъ не особенно мелокъ, то слой раствора можетъ имѣть неодинаковый составъ по всей площади постели: въ концѣ окажется одинъ цементъ съ водою, а песокъ отложится ближе къ мѣсту заливки.

Если камень доставляется къ мѣсту укладки помощью крана, благодаря которому подъемъ и опусканіе камня не представляютъ затрудненій, то, послѣ пригонки камня, его поднимаютъ, кладутъ слой раствора на постель, разравниваютъ его, смазываютъ растворомъ грань смежнаго камня, садятъ камень и вынимаютъ изъ него захватъ.

Такъ какъ трудно достигнуть, чтобы камень садился совершенно горизонтально, что можетъ вызвать выдавливаніе раствора изъ-подъ болѣе низкаго угла, но при посадкѣ камня на постель кладутъ деревянные планки, толщиною равныя толщинѣ шва; планки эти выпимаются вслѣдъ за посадкою камня. Съ тою же цѣлью достиженія равной толщины шва по постели пробовали употреблять свинцовые шарики, которые сжимаются отъ давленія камня. Однако, и этотъ способъ не можетъ быть признанъ удовлетворительнымъ, такъ какъ въ началѣ шарики, нагруженные однимъ только камнемъ, сжимаются недостаточно, а при догрузкѣ дальнѣйшими слоями кладки, при которыхъ шарики могли бы сжаться на сколько нужно, растворъ оказывается уже затвердѣвшимъ. Употребленіе свинцовыхъ пластинокъ даетъ несравненно лучшіе результаты.

Когда камень опущенъ на мѣсто и въ заусенкѣ окажутся пустоты, то ихъ заливаютъ жидкимъ растворомъ. Очень часто заполненіе заусенковъ достигается исключительно заливкою ихъ послѣ укладки камня.

Для предохраненія кромокъ угловъ камней отъ выкрашиванія при посадкѣ ихъ и вывѣркѣ положенія, иногда подъ нихъ кладутъ полоски рольнаго листоваго свинца. Наружные швы кладки иногда оставляютъ пустыми, для чего служатъ планки или смоленая веревка.

Если камень посаженъ неправильно и его необходимо приподнять, то при этомъ нужно перемѣнить и растворъ, предварительно обмывши постели и заусенокъ. Дѣлается же это ввиду того, что разъ нарушенная связь раствора съ камнемъ уже не восстанавливается. Такъ какъ эта связь можетъ быть нарушена и отъ другихъ причинъ, причемъ камень не поднимается и нельзя поэтому замѣнить растворъ, то, очевидно, слѣдуетъ озаботиться объ устраненіи такихъ причинъ, а именно: свѣже уложенный камень не слѣдуетъ уже притесывать на мѣстѣ, или вырубать въ немъ гнѣзда для связей, конечно, если размѣры камня сравнительно не велики. При еще меньшихъ камняхъ не слѣдуетъ позволять даже ходить по нимъ, прежде чѣмъ растворъ достаточно не затвердѣетъ.

Послѣ укладки лицевыхъ камней приступаютъ къ укладкѣ внутреннихъ. По укладкѣ всего слоя, приступаютъ къ задѣлкѣ связей между камнями. Приемы этой работы будутъ изложены въ статьѣ объ облицовкѣ.

---

## ГЛАВА XX.

### Производство бутовой кладки.

Роль раствора въ бутовой кладкѣ двоякая: сдѣлать камни между собою и способствовать правильной передачѣ давленія отъ одного камня къ другому. Для лучшаго сдѣлания съ растворомъ необходимо, чтобы поверхности камней были чисты (поэтому камень передъ укладкою слѣдуетъ обмывать), если камень пористъ, его слѣдуетъ смачивать водою для того, чтобы онъ не сушил и тѣмъ не портилъ раствора. Разъ положенный камень не слѣдуетъ сдвигать съ мѣста, чтобы не нарушить связь его съ растворомъ. Растворъ плохо пристаеетъ къ гладкимъ поверхностямъ, поэтому, наприм., употребленіе нерасколатаго булыжника вредитъ прочности кладки.

Для правильности передачи давленія при посредствѣ раствора надо соблюсти слѣдующія требованія: растворъ долженъ заполнять

всѣ швы кладки, лежатъ въ постеляхъ слоемъ возможно ровной толщины, камни смежныхъ слоевъ ни въ какомъ случаѣ не должны касаться другъ друга. Эти требованія вытекаютъ изъ слѣдующихъ соображеній: растворъ при затвердѣннн уменьшается въ объемѣ, что и обусловливаетъ осадку каменной кладки. Абсолютная величина утоненія слоя раствора пропорціональна его толщинѣ. Ввиду неправильности постелей слой раствора не можетъ быть очень тонокъ ( $\frac{1}{2}$ —1"), а потому и абсолютная величина сжатія раствора является болѣе чувствительною, чѣмъ, напримѣръ, въ тесовой кладкѣ. Если растворъ лежитъ не по всей площади постели, то, очевидно, часть верхняго камня должна быть на вѣсу и давленіе должно передаваться уже не всею площадью его нижней постели, слѣдовательно, не можетъ быть равномернымъ. Если слой раствора имѣетъ не одинаковую толщину въ постели, то и сжатіе его будетъ не одинаково, а это должно повлечь за собою не одинаковую осадку верхняго слоя камня, или вызывать въ немъ добавочныя напряженія, которыя, при неблагоприятныхъ условіяхъ, могутъ расколоть тотъ или другой камень. Если камни соприкасаются другъ съ другомъ, то осадка верхняго не возможна, съ усушкою же раствора все давленіе верхняго камня должно передаваться нижнему только въ точкахъ касанія камней; образующіяся при этомъ напряженія матеріала могутъ также повлечь за собою его разрушеніе.

Для крѣпости бутоваго массива, очевидно, необходимо, чтобы осадка его была равномерна, а такъ какъ величина осадки зависитъ отъ толщины слоевъ раствора, то станетъ понятнымъ желательность равенства толщины слоя раствора по всей площади каждаго слоя кладки или, другими словами,—равенства толщины камней въ каждомъ слоѣ и одинаковости числа швовъ по высотѣ въ разныхъ мѣстахъ кладки.

Такъ какъ швы бутовой кладки дѣлаются сравнительно толстые, да и самыя буковыя стѣны въ большинствѣ случаевъ бывають сравнительно толтыя, то для доброкачественности кладки слѣдуетъ предпочитать растворъ гидравлическій.

Если кладка начинается съ земли (фундаментъ), то первый слой камней укладывается насухо и утрамбовывается; при чемъ камни выбираются наиболѣе крупныя; всѣ пустоты между ними заполняютъ щебнемъ и иногда заливаются жидкимъ растворомъ.

При кладкѣ слѣдующаго слоя сперва кладутся *верстовые* камни (рядъ наружныхъ камней). Каждый камень передъ укладкою обкалывается съ лица, постели и заусенковъ, для устраненія слишкомъ выдающихся частей, могущихъ мѣшать плотному соприкосновенію его съ сосѣдними камнями, и затѣмъ обмывается отъ грязи. На мѣсто укладки камня кладется слой раствора толщиною до 1", разравнивается и на него сажается камень. Чтобы камень сѣлъ плотнѣе, по немъ ударяютъ молоткомъ или ручкою молотка по верху и сбоку, чтобы онъ плотнѣе прижался къ сосѣднему. Затѣмъ выбираютъ на глазъ второй камень (ложокъ, если первый былъ тычкомъ) такой формы, которая бы допускала наиболѣе плотное примыканіе къ только что положенному. Выбравъ камень, его прикладываютъ насухо, для опредѣленія—какую его часть слѣдуетъ отколоть для лучшаго примыканія. Когда камень подготовленъ для его посадки, кладутъ слой раствора, смазываютъ заусенокъ ранѣе положеннаго камня, сажаютъ камень въ растворъ и ударами молотка придаютъ ему окончательное положеніе.

Этотъ пріемъ кладки камней называется *подливкою* или *кладкою подъ лопатку*. Когда версты выложены на нѣкоторомъ протяженіи, начинается заполненіе середины. Заполненіе сдѣлано можетъ быть двояко: подливкою каждаго отдѣльнаго камня, или *сажаніемъ въ сокъ*. Въ первомъ случаѣ пріемы работы такіе же какъ и при подливкѣ верстовыхъ камней. Во второмъ случаѣ на постель накладываютъ слой раствора, разравниваютъ его и затѣмъ сажаютъ въ него камни, опять-таки на глазъ подбирая такіе, которые наиболѣе пригодны для плотнаго примыканія къ сосѣднимъ, ранѣе положеннымъ. Въ случаѣ надобности, нѣкоторые камни прикалываются. По тому, на сколько удачно каменщики подбираютъ камни для заполнения середины, можно судить объ ихъ опытности въ дѣлѣ. Хорошій кладчикъ кирпича зачастую совершенно не умѣетъ бутить. Посаженыя камни осаживаютъ ударами ручки молотка. Употребленія *трамбовокъ* допускать не слѣдуетъ, такъ какъ сильными ударами можно разстроить кладку и верхніе камни погрузить въ растворъ до прикосновенія съ нижними.

Когда середина заполнена, то между отдѣльными камнями остаются еще пустоты и довольно толстые швы (заусенки), для заполнения которыхъ потребовалось бы очень много раствора. Для эконо-

номіи въ растворѣ всѣ пустоты заполняютъ щебнемъ, который вгоняется слабыми ударами молотка. Отъ осадки камней и заполнения пустотъ щебнемъ (защепенка) часть раствора съ постелей поднимается по заусенкамъ, но обыкновенно заполнить ихъ на всю высоту не можетъ. Ввиду этого, для лучшей расщепенки кладки, заусенки слѣдуетъ предварительно наполнить растворомъ, а затѣмъ въ него уже забивать щебень. Излишекъ раствора, выступающій изъ однихъ швовъ, можетъ идти на заполненіе другихъ. Расщепенка, кромѣ заполнения швовъ, имѣетъ цѣлью придать камнямъ болѣе устойчивое положеніе, необходимость котораго сказывается съ самаго момента укладки: по свѣжей кладкѣ приходится ходить; если бы отъ ходьбы камни стали шататься, то связь ихъ съ растворомъ была бы нарушена. Иногда каменщики подклиниваютъ щебнемъ насухо тонкіе хвосты камней. Ввиду сказаннаго о непосредственномъ соприкасаніи камней въ кладкѣ,—этого не слѣдуетъ допускать. Когда всѣ швы защепенены, очень часто весь слой покрываютъ тонкимъ слоемъ болѣе жидкаго раствора, который затѣмъ разравниваютъ или растираютъ по слою, образуя этимъ гладкую поверхность, на которой кладется слѣдующій слой кладки. Этотъ послѣдній способъ работы хотя и очень распространенъ, но его нельзя одобрять: растворъ въ тонкомъ слоѣ скоро схватывается и затѣмъ уже худо сцепляется съ новымъ слоемъ раствора, подливаемымъ при кладкѣ слѣдующаго ряда камней, легло отстаетъ отъ камня при ходьбѣ по кладкѣ; если возводить какое нибудь гидротермическое сооруженіе, то подобная смазка слоя кладки растворомъ облегчаетъ фильтраціи воды черезъ каменный массивъ.

Иногда послѣ посадки среднихъ камней защепенку ихъ производятъ насухо а затѣмъ весь слой заливаютъ жидкимъ растворомъ для заполнения заусенковъ. Этотъ способъ работы также не слѣдуетъ допускать, такъ какъ, во первыхъ, не всѣ швы будутъ заполнены, а высохшій растворъ не будетъ имѣть достаточной крѣпости.

Слѣдуетъ признать болѣе рациональнымъ такой способъ заполнения середины кладки: посадивъ всѣ камни въ сокъ, а, еще лучше,—подливъ каждый камень въ отдѣльности, защепенить только ту часть пустотъ и швовъ, въ которыхъ поднялся растворъ съ постелей, дальнѣйшую же защепенку и выравниваніе слоя производить постепенно; одновременно съ кладкою камней слѣдующаго слоя.

При этомъ свѣжій растворъ будетъ сцѣпляться съ чистыми поверхностями камней нижняго слоя, а не съ отчасти схватившимся растворомъ сглаженной поверхности.

При хорошемъ веденіи кладки, при удачномъ подборѣ камней и приколкѣ заусенковъ и постелей, съ лица не должно быть расщепки, такъ какъ отдѣльные небольшіе камешки отъ случайныхъ ударовъ могутъ выпадать и тѣмъ класть начало разрушенія массива.

Для обезпеченія правильности передачи давленія въ массивѣ, имѣющемъ уступы, слѣдуетъ слѣдить за тѣмъ, чтобы въ плоскости уступа по периметру клались камни такого размѣра, чтобы наибольшее ихъ измѣреніе въ глубь кладки было по крайней мѣрѣ вдвое больше ширины уступа. Такъ какъ наибольшій размѣръ камня зависитъ отъ толщины послѣдняго, то для уступовъ нужно подбирать наиболѣе толстые камни. Ширина уступа дѣлается въ 0,05—0,15 саж., слѣдовательно, ширина ложка или длина тычка подъ уступомъ должна быть не менѣе 0,10—0,3 саж., а толщина, смотря по породѣ, отъ 0,5—0,15 саж. Если массивъ ограничивается наклонною плоскостью, то для версты каждаго ряда кладки надо выбирать наиболѣе широкіе камни, или, по крайней мѣрѣ, чаще класть тычки.

Если массивъ изъ бутовой кладки долженъ воспринимать большую нагрузку, то для увеличенія правильности передачи давленія внутри его, а равно увеличенія сопротивленія расслаиванію, необходимо класть прокладные ряды изъ тесанаго камня. При невозможности употребленія тесанаго камня, прокладные ряды можно дѣлать изъ кирпича, положенаго въ 4—6 слоевъ.

При недостаткѣ рванаго камня и дешевизнѣ булыжнаго, кладку можно вести изъ обоихъ сортовъ камня въ перемѣшку. Однако, для доброкачественности кладки, булыжникъ слѣдуетъ раскалывать по крайней мѣрѣ пополамъ и употреблять его только внутри массива, во избѣжаніе неправильности наружныхъ швовъ и необходимости расщепки лица.

Наружные швы бутовой кладки иногда расшиваются, подобно тому какъ это дѣлается при кладкѣ кирпичной и тесовой.

**Сухая бутовая кладка** ведется или совершенно безъ всякаго заполнения швовъ (кромѣ расщепки), въ случаѣ необходимости сдѣлать ее водонепроницаемою (нѣкоторыя подпорныя стѣнки), или же



съ заполненіемъ швовъ мохомъ или глиною. При кладкѣ на глинѣ руководствуются тѣми же самыми правилами какъ и при кладкѣ на растворѣ. Иногда, послѣ просушки такой стѣны, наружные швы кладки расшиваются известковымъ растворомъ.

При кладкѣ на мху или совершенно насухо, устойчивость и цѣльность бутаваго массива обуславливается исключительно размѣрами камней, удачнымъ подборомъ формы ихъ, степенью правильности перевязки и расщепенки. Наилучшею, конечно, будетъ кладка изъ постелистаго камня. Расщепенкою должно быть достигнуто неподвижное положеніе каждаго камня, поэтому допускается и подклипываніе камней въ постеляхъ. Иногда при толстыхъ массивахъ пустоты кладки послѣ ея расщепенки заполняются пескомъ.

---

## ГЛАВА XXI.

### Приготовление бетона.

**Заготовка щебня.** Щебень бьется вручную или помощью машинъ. Для раскальванія большихъ камней употребляютъ кувалды (молота) вѣсомъ 10—15 ф., которыми бьютъ сразмаха. Полученные при этомъ достаточно еще крупные куски камня разбиваются на болѣе мелкіе молотами, вѣсомъ отъ 2½ до 5 ф. Одинъ рабочій въ день можетъ набить щебня изъ твердой породы 0,1 куб. саж., а изъ мягкой до 0,15—0,20. Ручная бойка идетъ сравнительно медленно и обходится отъ 8—20 р. съ куба щебня.

При большой потребности въ щебнѣ пользуются особыми машинами, извѣстными подъ названіемъ камнедробилокъ. На черт. 424 показано дробилка системы Блэка. Въ этой машинѣ раздробленіе камня производится помощью двухъ толстыхъ зубчатыхъ чугунныхъ плитъ, изъ которыхъ одна — *A* вертикальна и неподвижно соединена съ основаніемъ дробилки, а другая *B*, расположенная подъ угломъ въ 25° къ первой, можетъ вращаться около горизонтальной оси *C*. Зубья на одной плитѣ расположены противъ промежутковъ на другой. Плита приводится въ колебательное движеніе отъ вала *D* при посредствѣ кривошипа *E*, шатуна *F* и рычаговъ *G* и *K*. Дѣйствіе дробилки очень просто: когда плита *B* удалена отъ

*A*, въ промежутокъ между ними забрасывается камень; съ приближеніемъ плиты *B* къ *A*, камень раздробляется. Для оттягиванія плиты *B* служитъ пружина *L*. Для регулированія размаха плиты *B*, а вмѣстѣ съ тѣмъ и размѣровъ щебня, служатъ клинья *M*.

Такъ какъ зубчатая плита *A* и *B*, вслѣдствіе большаго сопротивленія камня при его дробленіи, слишкомъ скоро изнашиваются \*) и даже ломаются, то плиты эти устраиваютъ такимъ образомъ, что части ихъ, непосредственно дѣйствующія на камень, могутъ быть легко замѣняемы новыми.

Кромѣ описаной существуетъ нѣсколько и иныхъ системъ дробилокъ.

Машинный щебень обходится дешевле \*\*) ручнаго, но получается нѣсколько менѣе равномернымъ въ отношеніи размѣра отдѣльных камешковъ.

При бойкѣ слоистыхъ породъ щебень получается продолговатой формы, въ немъ попадается много браку, т. е. слишкомъ мелкихъ кусковъ, поэтому машинная бойка болѣе примѣнима для сплошныхъ твердыхъ породъ.

Набитый щебень подвергается грохоченію для отдѣленія отъ него мелочи и слишкомъ крупныхъ камней. При большомъ расходѣ щебня грохоченіе производится помощью коническихъ грохотовъ, вращающихся около горизонтальной оси, или цилиндрическихъ, вращающихся около наклонной оси. При этомъ производится и сортировка щебня.

Для удаленія со щебня пыли, его промываютъ водою. Въ Либавѣ эта промывка производилась въ вагонеткахъ, по пути отъ дробилокъ къ бетоньеркамъ. Вагонетки подходили подъ водопроводный кранъ, изъ котораго и пускалась струя воды на щебень, нагруженный въ вагонетку. Для возможности стока воды со щебня, дно вагонетокъ было рѣшетчатое.

Приготовленіе бетона или смѣшеніе вяжущаго вещества, песку и балласта производится вручную или при помощи особыхъ приспособленій и машинъ.

---

\*) На бетонномъ заводѣ въ Либавѣ, на которомъ готовились массивы для военнаго порта, плиты изнашивались, въ среднемъ, въ теченіи шести сутокъ непрерывной работы.

\*\*) Въ Либавѣ—4 руб. за куб. саж.

**Ручное приготовленіе бетона.** Приемы работы зависят, съ одной стороны, отъ рода вяжущаго вещества, съ другой,—отъ количества приготовляемаго за одинъ разъ бетона.

Приготовленіе бетона производится въ сараѣ, съ цѣлью защиты отъ дождя, вѣтра и солнца. При маломъ производствѣ всѣ приспособленія заключаются въ устройствѣ на протяженіи 3—5 кв. саж. досчатаго пола или кирпичной выстилки, имѣющихъ цѣлью предохранить растворъ отъ высасыванія изъ него воды землею. Ввиду тѣхъ же соображеній и самый полъ долженъ быть достаточно влаженъ, для чего его первое время приходится поливать водою.

Если вяжущимъ веществомъ является гидравлическая известь, то ее сперва гасятъ съ такимъ количествомъ воды, при которомъ, съ прибавкою потребной порціи песку, могло бы получиться жесткое, почти сухое тѣсто.

Когда тѣсто совершенно погасится и остынетъ, отмѣряютъ ящичкомъ опредѣленную пропорцію его, накладываютъ тонкимъ слоемъ на досчатый полъ или кирпичную выстилку и насыпаютъ на него опять-таки тонкимъ слоемъ отмѣреную же порцію песку.

Соединеніе песка съ тѣстомъ производится различными приемами: переворачиваніемъ кучи лопатками или скребками (черт. 425), выравниваніемъ граблями (черт. 426) и, наконецъ, вколачиваніемъ песка чугунными или деревянными трамбовками. Вколачиваніе особенно полезно для приданія массѣ пластичности, при этомъ изъ тѣста выдѣляется вода, оно становится болѣе вязкимъ, густымъ, поверхность его становится гляцевитою. Ни въ какомъ случаѣ не слѣдуетъ прибавлять воды, какъ бы ни казалось тѣсто сухимъ вначалѣ, такъ какъ нужная степень пластичности будетъ достигнута обработкою смѣси (особенно ударами). Излишекъ воды вреденъ въ томъ смыслѣ, что при немъ нельзя достигнуть такого тѣснаго сближенія извести и песку, какой желательно для крѣпости бетона; бетонъ съ излишкомъ воды въ растворѣ при высыханіи даетъ большую усушку, масса его получается пористою и т. д. Переработка тѣста съ пескомъ продолжается до тѣхъ поръ, пока не получится совершенно однородная масса, въ которой трудно отличить отдѣльныя составныя части.

Когда растворъ готовъ, къ нему присыпаютъ щебень или весь сразу или постепенно, при чемъ, если щебень разсортированъ по крупности, то сперва мелкій, а затѣмъ средній и крупный.

Съ присыпкою щебня собственно и начинается изготовленіе бетона, для котораго служатъ тѣ же грабли и скребки; иногда же и при этомъ пользуются трамбовками. Приемовъ перемѣшиванія существуетъ нѣсколько. Практикуются напр. такіе: рабочіе становятся по обѣ стороны кучи и, дѣйствуя граблями и скребками, переворачиваютъ ее, то въ одну, то въ другую сторону, т. е. то одни рабочіе передвигаютъ ее къ себѣ, то другіе. Подобный приемъ работы употребляется и въ томъ случаѣ, если бетонъ готовится въ сравнительно большомъ количествѣ, при чемъ работа ведется артелями по четыре человекъ на нѣсколькихъ отдѣльныхъ платформахъ или на одной длинной, причемъ бетонъ лежитъ цѣлою грядою и переваливается поперекъ платформы то въ одну, то въ другую сторону.

Для полученія доброкачественнаго бетона при только что указаномъ способѣ его производства, необходимо установить строгій надзоръ за добросовѣстностью работы.

Другой приемъ производства бетона заключается въ слѣдующемъ: платформа для перемѣшиванія бетона дѣлается длинная, работа начинается на одномъ ея концѣ, обрабатываемая куча бетона постепеннымъ переворачиваніемъ перекачивается на другой конецъ платформы. При достаточной длинѣ платформы (6—7—8 саж.), при перекачиваніи кучи съ одного конца на другой, можно быть гарантированнымъ, что бетонъ перемѣшанъ хорошо. Для того чтобы бетонъ не сваливался съ платформы, по обѣ ея стороны ставятъ на ребро доски. Для возможности хорошо переработать бетонъ не слѣдуетъ готовить за одинъ приемъ очень большаго его количества.

Если известь доставляется къ мѣсту работы въ видѣ пушенки, то смѣшеніе ея съ пескомъ можно дѣлать такъ: высыпать на платформу песокъ въ видѣ кольца, діаметромъ около полусаженіи; въ средину насыпать пушенку, сдѣлать въ ней углубленіе и налить въ него воды, а затѣмъ пересыпать кучу, беря съ краевъ и насыпая въ средину. Послѣ достаточной переработки раствора прибавляется балластъ, съ которымъ онъ перемѣшивается какъ описано выше.

Если бетонъ готовится на цементѣ, то смѣшеніе послѣдняго съ пескомъ дѣлается насухо. Смѣсь перерабатывается до тѣхъ поръ, пока не будетъ достигнуть совершенно ровный цвѣтъ. Послѣ этого смѣсь поливается водою помощью лейки съ ситомъ. Дальнѣйшая переработка смѣси имѣетъ цѣлью равномерное распределеніе воды

въ массѣ. Для хорошаго перемѣшиванія песка съ цементомъ насухо, необходимо чтобы песокъ былъ совершенно сухой, такъ какъ иначе песчинки облепятся цементомъ, въ которомъ процессъ гидратаціи можетъ начаться ранѣе, чѣмъ будетъ достигнуто нужное смѣшеніе; самое перемѣшиваніе при этомъ становится труднѣе. Къ вполнѣ перемѣшаной массѣ прибавляется щебень и работа идетъ далѣе тѣмъ же порядкомъ, какъ было описано выше \*). Приготовление цементнаго бетона должно вестись болѣе энергично, ввиду сравнительно большой быстроты схватыванія цемента; вмѣстѣ съ тѣмъ заготовка такого бетона должна строго сообразоваться съ его расходомъ, для того чтобы не образовывалось запасовъ, которые послѣ извѣстнаго срока приходится выбрасывать за негодностью.

Иногда пользуются для бетона сложнымъ растворомъ известково-цементнымъ. Въ такомъ случаѣ сперва готовится жидкое тѣсто извести съ такимъ количествомъ воды, какое нужно для всей массы раствора, затѣмъ къ нему послѣдовательно прибавляется цементъ и песокъ или же сразу насухо приготовленная смѣсь цемента съ пескомъ. При этомъ количество воды не должно превышать  $\frac{1}{2}$  объема цемента; даже при  $\frac{1}{4}$  оказывается возможнымъ получить достаточно плотное тѣсто.

Если приходится заготавливать вручную большое количество бетона, то для этого слѣдуетъ построить спеціальныи сарай, расположить въ немъ склады балласта и песка, творило для извести, провести воду и устроить хорошую платформу для перемѣшиванія.

**Машинное производство бетона.** Приготовление бетона, какъ мы знаемъ, слагается изъ двухъ операцій: 1) изъ приготовленія раствора, и 2) смѣшенія раствора съ балластомъ. Смотря по обстоятельствамъ, эти операціи производятся отдѣльно одна отъ другой или вмѣстѣ. Предварительное приготовленіе раствора производится въ тѣхъ случаяхъ, когда онъ нуждается въ очень тщательной, особенно ударной обработкѣ, какъ напр. растворъ изъ гидравлической извести. Растворъ же цементный можно готовить совместно со смѣшеніемъ его съ балластомъ. Бѣгуны, употребляемые для при-

---

\*) Иногда бетонъ готовятъ смѣшеніемъ цемента непосредственно съ балластомъ, если послѣдній представляетъ собою естественную смѣсь гравія съ пескомъ.

готовленія раствора изъ гидравлической извести, годятся и для изготовленія бетона на известковомъ растворѣ, но далеко не представляютъ собою вполнѣ совершеннаго прибора для этой работы.

Однимъ изъ простыхъ приспособленій для приготовленія бетона служить деревянная вертикальная труба квадратнаго сѣченія съ наклонными полками, показаная на черт. 427. Въ верхнее отверстіе бросается въ нужныхъ пропорціяхъ растворъ и балластъ, а изъ нижняго выходитъ готовый бетонъ, довольно хорошо перемѣшанный, если высота трубы не менѣе 2 саж. Располагая двѣ такихъ трубы, одна выше другой, верхнею можно пользоваться для приготовленія раствора, а нижнею для смѣшенія его съ балластомъ. вмѣсто деревянной трубы пользовались иногда желѣзною цилиндрическою, по высотѣ которой расположено нѣсколько поперечныхъ желѣзныхъ полосъ по разнымъ направлениамъ. При пользованіи этими трубами работа перемѣшиванія замѣняется подъемомъ матеріаловъ на высоту трубы. Иногда, если мѣстность имѣетъ естественный уступъ, причеиъ мѣсто потребленія бетона ниже чѣмъ склады сырыхъ матеріаловъ, на перемѣшиваніе балласта помощью трубы вовсе не приходится затрачивать работы. Къ достоинству этого приспособленія можно отнести простоту и сравнительную дешевизну какъ его самаго, такъ равно и пользованія имъ и большую производительность.

Въ большинствѣ случаевъ для приготовленія бетона употребляются разнаго вида *бетоньерки* или бочки, въ которыхъ перемѣшиваніе составныхъ частей производится вращательнымъ движеніемъ или самой бетоньерки или особаго вала съ лопастями или ножами, проходящаго по оси бетоньерки.

Бетоньерки первой категоріи являются болѣе простыми и наиболѣе употребительными, особенно для бетоновъ на цементномъ растворѣ. Различаютъ 3 типа бетоньерокъ: 1) съ горизонтальною, 2) со слабо-наклоненною, и 3) съ сильно наклоненною осью.

Простѣйшая конструкція бетоньерки съ горизонтальною осью показана на черт. 428. Бетоньерка эта представляетъ собою длинный деревянный ящикъ квадратнаго поперечнаго сѣченія съ крышкою на одной изъ длинныхъ сторонъ. Черезъ ящикъ, по оси, пропускается деревянный же валъ, въ наружные концы котораго врѣзаются желѣзные стержни, служащіе осью вращенія бетоньерки. Стѣнки ящика соединяются съ валомъ при помощи цѣлаго ряда

поперечинъ. Ось ящика располагается горизонтально въ подшипникахъ простѣйшаго вида. У обоихъ основаній ящика прибавляется нѣсколько паръ деревянныхъ ручекъ для его вращенія. Работа ведется такъ: поворачиваютъ ящикъ крышкою кверху, наваливаютъ въ него слой раствора и балласта, причемъ общій объемъ матеріаловъ не долженъ превышать  $\frac{1}{3}$  вмѣстимости ящика, закрываютъ и запираютъ крышку засовами и приводятъ ящикъ въ тихое вращательное движеніе. Сдѣлавъ 8—12 оборотовъ въ одну сторону, дѣлаютъ столько же въ другую, послѣ чего открывается крышка и ящикъ разгружается. При помощи такого ящика можно перемѣшивать до 20 куб. футовъ бетона въ 2—3 минуты.

Бетоньерки съ горизонтальною осью дѣлаются и желѣзныя, въ такомъ случаѣ имъ дается цилиндрическая форма. Подобныя бетоньерки часто устраиваются на колесахъ (черт. 429). Это даетъ возможность приготовить бетонъ у мѣста его употребленія. Процессъ перемѣшиванія въ такихъ бетоньеркахъ основывается на постоянномъ обсыпаніи или сползаніи поверхности массы, по мѣрѣ перехода ея изъ горизонтальнаго положенія въ наклонное. Полезно, для болѣе совершеннаго перемѣшиванія бетона, на внутренней поверхности бетоньерки дѣлать полочки (черт. 430). Для успѣшности перемѣшиванія вращеніе должно идти медленно, въ противномъ случаѣ можно ожидать проявленія центробѣжной силы, способной прижать бетонъ къ поверхности бетоньерки и прекратить его пересыпаніе или сползаніе. Эти бетоньерки имѣютъ свои достоинства и недостатки: растворъ не подвергается провѣтриванію и связаной съ нимъ усушкѣ, но зато работа идетъ не непрерывно; если производить смѣшеніе сразу цемента, песку и балласта, то приходится сразу же вливать и всю воду, тогда какъ бетонъ получается лучшимъ, если смачиваніе производитъ постепенно и равномерно по всей массѣ.

Въ бетоньеркахъ со слабо наклоненною осью перемѣшиваемая масса постепенно переходитъ отъ конца одного бетоньерки къ другому. Это обстоятельство позволяетъ производить работу непрерывно, оставлять бетоньерку открытою съ обоихъ концовъ, а вмѣстѣ съ тѣмъ проводить въ нее трубку съ цѣлымъ рядомъ отверстій для постепеннаго смачиванія массы водою. Соотвѣтственнымъ положеніемъ трубки оказывается возможнымъ начинать смачиваніе въ опредѣленномъ мѣстѣ проходимаго бетономъ пути, а именно въ томъ, подходя къ которому, бетонъ успѣваетъ хорошо перемѣшаться насуху.

На черт. 431 показана одна изъ конструкцій такой бетоньерки. Бетоньерка представляетъ собою полый цилиндръ, приводимый во вращательное движеніе помощью зубчатаго колеса, надѣтаго въ видѣ обруча на самую бетоньерку, и шестерни, приводимой въ движеніе отъ паровой машины. При діаметрѣ бетоньерки около 1 метр., скорость вращенія—6 оборотовъ въ минуту. Въ настоящее время въ Англіи подобныя бетоньерки дѣлають переносныя (на колесахъ).

Бетоньерки съ сильно наклоненною осью вращаются около горизонтальнаго вала, какъ показано на черт. 432. Днища этихъ бетоньерокъ закрытыя, въ нихъ дѣлается отверстіе для наполненія и выгрузки. Работа идетъ не непрерывно. При томъ расположеніи двухъ бетоньерокъ, какое показано на чертежѣ, въ то время, когда одна изъ нихъ нагружается, другая выгружается. Перемѣшиваніе въ подобныхъ бетоньеркахъ идетъ еще успѣшнѣе, потому что смѣсь при каждомъ оборотѣ вала бетонъ дважды перекидывается отъ одного конца бетоньерки къ другому.

Однимъ изъ усовершенствованій этого рода бетоньерки является употребленіе трубчатаго вала, при посредствѣ котораго въ бетоньерку можно вводить воду. При этомъ является возможность начинать смѣшеніе насухо и пускать воду только послѣ нѣсколькихъ оборотовъ. Подобныя бетоньерки дѣлаются и подвижныя (черт. 433).

Кромѣ бетоньерокъ цилиндрической формы имѣется одинъ типъ бетоньерки въ формѣ тетраэдра съ притупленными ребрами (черт. 434). Преимущество этой бетоньерки заключается въ томъ, что при каждомъ ея оборотѣ бетонъ переворачивается или перемѣшивается 4 раза, вслѣдствіе чего и смѣшеніе его будетъ болѣе полнымъ при данномъ числѣ оборотовъ вала. Бетоньерки этого типа устраиваются постоянныя или переносныя (черт. 435).

Относительно всѣхъ перечисленныхъ типовъ бетоньерокъ можно сказать слѣдующее: при употребленіи цемента можно производить смѣшеніе сразу всѣхъ составныхъ частей или если и отдѣльно, то та же бетоньерка можетъ служить и для перемѣшиванія цемента съ пескомъ, при употребленіи же гидравлической извести приготовленіе раствора должно идти отдѣльно и при томъ на отдѣльныхъ машинахъ, такъ какъ растворъ этотъ нуждается не въ одномъ только перемѣшиваніи, но и въ переработкѣ давленіемъ или ударами, чего описанныя бетоньерки не даютъ.



Для приготовленія бетона изъ гидравлической извести, нуждающейся въ механической обработкѣ, употребляются бетоньерки съ неподвижнымъ резервуаромъ и подвижнымъ валомъ, съ спирально насаженными на него лопастями, производящими давленіе на перемѣшиваемую массу.

Бетоньерки эти дѣлаются съ вертикальною, горизонтальною или наклонною осью, открытыми или закрытыми, слѣдовательно, непрерывно или періодически дѣйствующими, неподвижными или переносными. Бетоньерки эти по идеѣ сходны съ глиномятками; останавливаться на описаніи ихъ не станемъ, такъ какъ въ Россіи онѣ еще не вошли въ употребленіе.

Въ заключеніе остается сказать нѣсколько словъ о сравнительномъ достоинствѣ ручнаго и машиннаго приготовленія бетона. Что касается качества бетона, въ смыслѣ совершенства перемѣшиванія, то машины приводятъ къ лучшимъ результатамъ, хотя многіе строители не раздѣляютъ этого мнѣнія и ручной бетонъ предпочитаютъ машинному. Что касается стоимости работы, то таковая зависитъ отъ конструкціи бетоньерки и размѣровъ производства, обусловливающаго величину  $\%$  погашенія капитала, падающаго на единицу работы. Во всякомъ случаѣ употребленіе бетоньерокъ металлическихъ сложной конструкціи можетъ оказаться выгоднымъ только при большомъ производствѣ. Заграницею считаютъ выгоднымъ переходить къ машинному приготовленію бетона если дневная потребность въ немъ превышаетъ 10 куб. метровъ.

При рѣшеніи вопроса о выборѣ бетоньерокъ не слѣдуетъ упускать изъ виду и того обстоятельства, что для пользованія всякими механическими приспособленіями на строительныхъ работахъ нужно располагать опытными мастерами, средствами для починки механизмовъ и т. п. Поэтому, напримѣръ, работая въ глуши, вдали отъ механическихъ мастерскихъ, поломка машины зачастую исключаетъ возможность пользованія ею, причиняя значительные убытки. Поэтому у насъ къ машинамъ нужно относиться съ осторожностью, выбирать простѣйшіе типы, ремонтировать которые можетъ всякій кузнецъ или слесарь. вмѣстѣ съ этимъ не слѣдуетъ пренебрегать механизмами изъ дерева, которые могутъ быть сдѣланы плотниками на мѣстѣ самихъ работъ.

**Бетонные заводы.** При производствѣ большихъ бетонныхъ работъ приготовленіе бетона производится на спеціально для того устраиваемыхъ бетонныхъ заводахъ. Такъ, въ Петербургѣ такой заводъ былъ устроенъ на время постройки фильтровъ.

Наиболѣе крупный по своей производительности бетонный заводъ былъ построенъ въ Либавѣ, на время сооруженія военнаго порта. Устройство этого завода и организація работъ на заводѣ, въ общихъ чертахъ, были слѣдующія:

Вдоль длиннаго рельсоваго пути были расположены склады песка, гравія и камня.

Песокъ и гравій грузился на этомъ пути въ вагонетки, кузовъ которыхъ былъ раздѣленъ на 4 отдѣленія. Два отдѣленія, емкостью по 5,25 куб. фута, предназначались для песку и два, емкостью по 3,5 куб. фут. — для гравія. (Объемы эти соответствовали двумъ порціямъ песку и гравія, засыпавшимся въ двѣ бетоньерки). Вагонетки съ пескомъ и гравіемъ подавались по рельсовому пути къ одному изъ шести элеваторовъ, которыми онѣ поднимались въ третій этажъ бетоннаго завода.

Камень грузился на особыя платформы и доставлялся къ дробилкамъ. Дробилокъ было шесть, поставленныхъ въ трехъ отдѣльныхъ зданіяхъ по двѣ штуки. Вагоны съ камнемъ по особому наклонному пути доставлялись на платформу, расположеную выше дробилокъ. Камень выгружался въ ящикъ, изъ котораго постепенно сбрасывался въ дробилку. Выходящій изъ дробилки щебень нагружался въ особыя вагонетки, имѣвшія по два отдѣленія, емкостью 14 куб. фут. каждое. Днища этихъ вагонетокъ были рѣшетчатыя.

Вагонетки со щебнемъ по пути отъ дробилокъ къ заводу останавливались у водопроводнаго крана для промывки щебня отъ пыли. Вагонетки съ промытымъ щебнемъ доставлялись къ одному изъ шести элеваторовъ и поднимались ими въ третій этажъ бетоннаго завода.

Для храненія цемента былъ построенъ длинный (150 саж.) сарай \*), вдоль котораго проходилъ рельсовый путь. Цементъ въ бочкахъ грузился на вагонетки и по пути подавался къ одному изъ двумъ малыхъ элеваторовъ. Элеваторъ поднималъ вагонетки въ четвертый этажъ бетоннаго завода.

---

\*) Въ сарай хранились постоянно около 60.000 бочекъ цемента.

Поднятый цемент выгружался въ одинъ изъ четырехъ параллельныхъ между собой полуцилиндрическихъ желѣзныхъ желобовъ. Въ желобахъ этихъ, длиною въ 100 футъ, вращались валы съ винтовыми лопастями. Благодаря работѣ этихъ лопастей, попадавшій въ желоба цементъ передвигался отъ одного конца желоба къ другому.

Подъ каждымъ желобомъ въ трехъ мѣстахъ по его длинѣ располагались мѣрные ящики, емкостью 2,1 куб. фута. Ящики эти помѣщались у потолка третьяго этажа завода. Каждый былъ снабженъ двумя заслонками. При закрытой нижней и открытой верхней заслонкой, въ ящикъ поступалъ цементъ изъ желоба. При закрытой верхней и открытой нижней заслонкѣ цементъ высыпается изъ мѣрнаго ящика въ холщевую трубу.

У пола третьяго этажа, подъ каждою холщевой трубою мѣрнаго ящика, располагалась большая воронка.

Всѣхъ такихъ воронокъ было двѣнадцать, расположенныхъ въ три ряда по четыре штуки.

Съ обѣихъ сторонъ cadaго ряда воронокъ располагалось по одному пути. Пути эти сообщались съ элеваторами. По одному пути подавались вагонетки съ пескомъ и гравіемъ, а по другому— со щебнемъ.

Подъ отверстиями воронокъ, приходившимися во второмъ этажѣ завода, было расположено 12 бетоньерокъ въ формѣ тетраэдра, емкостью 26,5 куб. фута. Около этихъ бетоньерокъ были поставлены мѣрные ящики для воды, емкостью 2 куб. фута, сообщавшіеся съ водопроводомъ. Къ днищамъ водомѣрныхъ ящиковъ были прикрѣплены резиновые рукава.

Въ первомъ этажѣ завода подъ бетоньерками были уложены рельсовые пути для движенія вагонетокъ.

На черт. 436—439 схематически показано полное оборудованіе Либавскаго порта.

Работа велась такъ:

Рабочій у цементнаго мѣрнаго ящика (черт. 436) открывалъ верхнюю заслонку и въ ящикъ изъ желоба начиналъ высыпаться цементъ. Когда ящикъ былъ полонъ, что можно было видѣть черезъ вставленное въ одну изъ его стѣнокъ стекло, рабочій закрывалъ верхнюю заслонку и открывалъ нижнюю. Цементъ высыпался изъ ящика въ холщевую трубу, а изъ нея черезъ воронку въ бетоньерку. Въ то

же самое время въ воронку (черт. 437) ссыпался съ одной вагонетки песокъ и гравій, а съ другой—щебень.

Одновременно съ этимъ рабочій, стоявшій у бетоньерки (черт. 438), выливалъ въ нее изъ водомѣрнаго ящика порцію воды и закрывалъ крышку бетоньерки. Послѣ этого бетоньерка приводилась во вращательное движеніе, дѣлалось  $15\frac{1}{2}$  оборотовъ. Бетоньерка оставалась въ такомъ положеніи, при которомъ ея крышка была обращена книзу. Крышка открывалась и готовый бетонъ высыпался въ стоящую подъ бетоньеркою вагонетку (черт. 439).

Одна порція бетона составлялась:

|                          |                           |
|--------------------------|---------------------------|
| Изъ 2,1 куб фут. цемента | } или 14 куб. фут. щебня. |
| » 5,25 » » песку         |                           |
| » 2,00 » » воды          |                           |
| » 3,5 » » гравія         |                           |
| » 10,5 » » щебня         |                           |
| <hr/>                    |                           |
| 23,35 куб. фут.          |                           |

При этомъ бетона получалось 14 куб. фут.

Вагонетки съ бетономъ отвозились къ мѣсту выдѣлки массивовъ. На приготовленіе одной порціи бетона требовалось 3 — 4 минуты. Въ среднемъ заводъ готовилъ около 150 куб. саж. бетона въ сутки.

## ГЛАВА XXII.

### Производство бетонной кладки.

Бетонъ употребляется какъ для воздушной, такъ и для подводной кладки, причемъ приемы исполненія той и другой значительно разнятся другъ отъ друга. Такъ какъ въ сыромъ состоянii бетонъ представляетъ тѣстообразную массу, то, для образованія изъ него массивовъ того или иного вида, необходимо, чтобы онъ затвердѣвалъ, будучи помѣщенъ въ какую нибудь форму. При устройствѣ бетонныхъ фундаментовъ такую формою можетъ служить фундаментный ровъ или котлованъ, если грунтъ достаточно плотенъ. Для возведенія бетонныхъ стѣнъ или приготовленія другихъ какихъ-либо бетонныхъ издѣлій, какъ напр. массивы, трубы и т. д., приходится дѣлать деревянные или металлическія разборчатыя формы.

Формы для кладки массивовъ состоятъ изъ четырехъ жесткихъ досчатыхъ щитовъ, соединенныхъ между собою при помощи болтовъ. Для того чтобы бетонъ при его трюбованіи не распиралъ щитовъ, послѣдніе укрѣпляютъ подкосами или имъ сообщается нѣкоторая выпуклость во внутрѣ формы.

Формы, предназначаемыя для кладки стѣнъ, состоятъ изъ досчатыхъ щитовъ, соединяемыхъ одинъ съ другимъ при помощи деревянныхъ же поперечинъ съ проушинами (черт. 440) или при помощи болтовъ. По мѣрѣ кладки, эти формы снимаются и устанавливаются на возведенную уже часть стѣны. Формы для кладки бетонныхъ стѣнъ дѣлаютъ и желѣзныя. Эти формы состоятъ изъ жесткихъ стоекъ, располагаемыхъ по парно по обѣимъ сторонамъ стѣны и связываемыхъ между собою болтами или полосовымъ желѣзомъ. Къ стойкамъ прикрѣпляются желѣзные щиты. Для того чтобы изъ кладки легко можно было вытаскивать болты или деревянные поперечины, соединяющіе щиты, ихъ смазываютъ саломъ, обертываютъ бумагою и т. п. Для образованія въ стѣнахъ оконныхъ или дверныхъ отверстій, въ формы ставятъ деревянные ящики тѣхъ очертаній, какія должны имѣть отверстія.

При возведеніи подводныхъ фундаментовъ формами служатъ шпунтовые стѣнки или такъ называемыя бездонные ящики \*). Въ детали устройства бетонныхъ формъ вдаваться не станемъ, замѣтимъ только, что формы для воздушной бетонной кладки, допускающей трамбованіе, должны быть достаточно жестки, во избѣжаніе коробленія и искаженія вида бетонныхъ издѣлій: формы же для кладки подводной не должны быть абсолютно водонепроницаемы; слабое теченіе воды въ бетонной формѣ облегчаетъ необходимое для качества работы удаленіе, такъ называемаго молока—разжиженаго раствора.

**Воздушная бетонная кладка.** Для достиженія возможно большей крѣпости бетона его надо трамбовать. Для того чтобы трамбованіе дѣйствительно достигало своей цѣли, подвергать трамбованію можно только сравнительно тонкіе слои бетона. Отсюда слѣдуетъ, что бетонную кладку надо вести слоями и утрамбовывать каждый слой съ цѣлью уплотненія каждаго изъ нихъ въ отдѣльности и достиженія связи съ прежде положенымъ.

\*) См. курсъ основаній и фундаментовъ.

Толщина слоевъ, смотря по роду издѣлія,<sup>1</sup> колеблется въ предѣлахъ 3—12. Наименьшая толщина слоя употребляется при тонкихъ издѣліяхъ (карнизы, ступени), наибольшая при кладкѣ стѣнъ, фундаментовъ и т. п.

Для воздушной кладки растворъ употребляется преимущественно разсыпчатый, т. е. съ минимальнымъ количествомъ воды, нужнымъ для затворенія цемента. Приготовленіе такого бетона должно имѣть цѣлью только равномерное смѣшеніе составныхъ частей и равномерное же увлажненіе цемента. При трамбованіи положенаго слоя, бетонъ постепенно переходитъ въ плотную пластичную массу, при чемъ начинается схватываніе цемента. Если въ растворѣ находится воды больше, чѣмъ нужно, то такой бетонъ отъ трамбованія излишне разжижается, что отразится на окончательной его плотности и крѣпости. Если воды въ растворѣ мало, то не на всю толщину слоя бетонъ перейдетъ въ пластичное состояніе, а слѣдовательно, не по всей его массѣ произойдетъ сдѣленіе раствора съ балластомъ. Такимъ образомъ излишекъ воды менѣе вреденъ, чѣмъ ея недостатокъ. Второй слой бетона слѣдуетъ класть немедленно послѣ достигнутаго трамбованіемъ уплотненія бетона въ нижнемъ слоѣ. Отсюда слѣдуетъ, что бетонную кладку надо вести непрерывно, однако, при большой работѣ это оказывается невозможнымъ: приходится приостанавливать работу или по окончаніи укладки цѣлаго слоя или даже неоканчивая его. Если нижній слой успѣлъ за время приостановки работъ совершенно затвердѣть, то, для достиженія болѣе прочной связи съ новымъ слоемъ, на его поверхности слѣдуетъ сдѣлать насѣчку киркою или ломомъ, удалить обломки, обмыть поверхность слоя водою, и смазать жирнымъ растворомъ цемента. Тѣ же мѣры принимаются и при возобновленіи работъ въ недоконченномъ слоѣ. Подобные стыки слоевъ въ смежныхъ слояхъ стараются располагать въ перевязку.

Если сооруженіе имѣетъ большія измѣренія въ планѣ, то работу можно вести двояко: укладывать цѣлые слои по всей площади сооруженія и переходить къ укладкѣ послѣдующаго только послѣ полного окончанія предшествовавшаго или же вести кладку сразу нѣсколькихъ слоевъ, заканчивая ихъ ступенями. Послѣднее выгоднѣе въ томъ отношеніи, что всякій новый слой укладывается на поверхности нижняго въ то время, когда цементъ въ немъ еще не успѣлъ

окончательно затвердѣть, а потому оба слоя могутъ лучше слиться одинъ съ другимъ; кромѣ того такой порядокъ работъ выгоднѣе и въ томъ отношеніи, что при возобновленіи работъ послѣ перерыва приходится дѣлать сопряженіе новыхъ слоевъ со старыми на сравнительно меньшей площади.

Трамбованіе производится деревянными трамбовками вѣсомъ 20—40 фунтовъ, смотря по толщинѣ слоевъ и крупности щебня. Металлическія трамбовки неудобны въ томъ отношеніи, что они могутъ разбивать щебень, лежащій у поверхности слоя.

Если воздушная кладка ведется изъ бетона на растворѣ средней густоты, то слои можно дѣлать болѣе толстыми; и трамбованіе въ такомъ случаѣ имѣетъ цѣлью только достиженіе болѣе компактной укладки отдѣльных камешковъ.

Поверхность бетонныхъ стѣнъ, при неособенной тщательности изготовленія щитовъ, не бываетъ совершенно гладкою, на ней бывають замѣтны отпечатки швовъ досокъ, мѣста соединенія послѣдовательно накладывавшихся слоевъ бетона и т. д. Поэтому, если бетоннымъ стѣнкамъ нужно бываетъ дать болѣе опрятный видъ, прибѣгають къ штукатуркѣ, которую производять вслѣдъ за снятіемъ формъ. Штукатурка, произведенная послѣ того, какъ стѣна просушится, плохо на нихъ держится.

При металлическихъ формахъ или деревянныхъ, но исполненныхъ болѣе тщательно, изъ толстыхъ строганыхъ досокъ, можно получить совершенно гладкую и плотную поверхность и не прибѣгая къ штукатуркѣ, если пользоваться для кладки бетономъ двухъ сортовъ: для поверхности стѣнъ—болѣе жирнымъ, съ менѣе крупнымъ щебнемъ или даже вовсе безъ него, а для остальной части—обыкновеннымъ. Въ этомъ случаѣ при наполненіи формъ вдоль наружной стороны стѣны устанавливаются желѣзные листы, по обѣимъ сторонамъ которыхъ и наваливають оба сорта бетона. Когда слой достигнетъ надлежащей толщины и можно приступить къ трамбованію, желѣзный листъ вынимается. При одновременномъ трамбованіи обоихъ сортовъ бетона, между ними устанавливается вполнѣ прочная связь.

**Подводная бетонная кладка.** Вслѣдствіе сопротивленія воды, производство трамбованія подъ водою является почти невозможнымъ. Трамбованіе отчасти можно замѣнить укатываніемъ слоя тяжелыми

катками, но и оно употребляется сравнительно рѣдко. При такихъ обстоятельствахъ употребленіе разсыпчатаго раствора для бетонной подводной кладки оказывается невозможнымъ, а вмѣстѣ съ тѣмъ приходится отказываться и отъ достиженія той плотности бетона, какая возможна при кладкѣ на воздухѣ.

Погруженіе въ воду бетона производится двояко: періодически—опусканіемъ отдѣльными ящиками или непрерывно—помощью трубъ или воронокъ. Непосредственнаго сваливанія бетона въ воду допускать нельзя ввиду того, что при этомъ большая часть раствора можетъ быть вымыта водою (выщелочена). Во всякомъ случаѣ въ водѣ часть раствора выщелачивается изъ бетона, а потому для уменьшенія вредныхъ послѣдствій отъ такого выщелачиванія приходится принимать особыя мѣры, каковы, напр., употребленіе болѣе жирнаго бетона, болѣе продолжительная его обработка, а именно до тѣхъ поръ, пока не наступитъ моментъ схватыванія цемента.

На черт. 441 и 442 показаны типы ящиковъ для погруженія бетона.

Первый ящикъ снабженъ створчатымъ дномъ для выгрузки бетона, второй состоитъ изъ двухъ раскрывающихся половинокъ. Вмѣстимость ящиковъ бываетъ 0,03—0,15 куб. саж.

На черт. 443 показанъ парусинный мѣшокъ для погруженія бетона. Мѣшокъ этотъ сверху остается открытымъ, а снизу перевязывается веревкою, узелъ который можно развязать, дернувши за соотвѣтственный конецъ веревки, какъ это видно на черт. 444. Иногда бетонъ нагружаютъ въ завязанныхъ мѣшкахъ изъ грубаго холста (изъ подъ зерна), въ которыхъ его и оставляютъ. Для того чтобы мѣшки могли плотно прилегать одинъ къ другому, ихъ слѣдуетъ нагружать не больше какъ на двѣ трети. Этотъ способъ погруженія бетона употребляется главнымъ образомъ съ цѣлью защиты подводныхъ сооруженій отъ подмыва.

На черт. 445 показана воронка или труба для погруженія бетона на большую глубину. Труба дѣлается прямоугольнаго или круглаго сѣченія, немного уширяющаяся къ низу \*) для устраненія задержекъ къ движенію бетона. Труба при помощи катковъ можетъ двигаться по подмостямъ и такимъ образомъ выгружать бетонъ полосами, ширина которыхъ равна ширинѣ трубы.

---

\*) Есть примѣры воронокъ, суживающихся къ низу.



Бетонъ, вываливаясь изъ трубы, ограничивается сбоку откосомъ около 1:1. Въ откосѣ подъ вліяніемъ размывающаго дѣйствія воды и др. причинъ бетонъ бываетъ менѣе однороденъ и болѣе тощъ; поэтому стыкъ двухъ смежныхъ полосъ является болѣе слабымъ мѣстомъ бетоннаго слоя. Для уменьшенія вреднаго вліянія этихъ стыковъ на крѣпость цѣлаго массива, полосы одного слоя располагаются въ перевязку съ полосами смежныхъ или поперекъ полосъ смежныхъ слоевъ (на крестъ). Для того, чтобы бетонъ не могъ размываться водою при проходѣ трубы или воронки, послѣднія должны быть постоянно нагружены бетономъ, горизонтъ котораго долженъ быть выше горизонта воды во все время работы.

Первоначальное наполненіе воронки слѣдуетъ производить помощью ящиковъ. Внизу трубы устраиваются катки, которыми выгруженный слой выравнивается.

Для достиженія связи между отдѣльными слоями, кладку бетона слѣдуетъ производить по возможности непрерывно. Однако, это не всегда оказывается возможнымъ и на ночь обыкновенно прекращаютъ работу.

Если бетонъ цементный, то, труба передъ окончаніемъ работы должна быть выгружена, а то бетонъ затвердѣетъ въ самой трубѣ. Бетоны пуццолановые можно оставлять въ трубѣ на ночь, такъ какъ они остаются пластичными часовъ 10, но и въ этомъ случаѣ совѣтуютъ время отъ времени сдвигать трубу съ мѣста и давать бетону медленно выгружаться, для того чтобы въ массѣ его было нѣкоторое движеніе.

Не смотря на всякія предосторожности, принимаемыя съ цѣлью уменьшенія размыва бетона водою при его погруженіи, часть раствора выщелачивается, образуя муть (молоко), которая постепенно осѣдаетъ на ранѣе выгруженный бетонъ и мѣшаетъ его сдѣлать съ послѣдующимъ слоемъ \*). Поэтому приходится принимать особыя мѣры къ удаленію этой мути. Однимъ изъ средствъ для достиженія этой цѣли является сохраненіе нѣкотораго течения въ предѣлахъ той формы, въ которой выгружается бетонъ, однако, одного этого

---

\*) Съ цѣлью устраненія вреднаго вліянія воды на неокрѣпшій бетонъ было сдѣлано предложеніе опускать бетонъ въ трубахъ, наполненныхъ сжатымъ воздухомъ, однако, этотъ способъ еще не вошелъ въ употребленіе.

бываетъ недостаточно и приходится прибѣгать къ сметанію осѣвшей муты метлами или лопатами (при небольшой глубинѣ воды) или къ подъему ея насосомъ

Что касается вопроса о сравнительныхъ достоинствахъ погруженія бетона въ ящикахъ или воронкахъ, то предпочтеніе слѣдуетъ отдать воронкамъ, такъ какъ при ихъ посредствѣ погружаются сразу гораздо большія массы бетона, который поэтому менѣе размывается, образованіе слоевъ идетъ болѣе правильно, бетонъ ложится подъ давленіемъ находящейся въ воронкѣ массы, слой выравнивается и немного укатывается катками, прикрѣпленными къ низу воронки. Однако, воронки можно употреблять только въ свободномъ пространствѣ при выровненомъ днѣ, поэтому, напр., заполненіе промежутковъ между сваями поневолѣ приходится дѣлать при помощи ящичковъ. Бетонъ, выгружаемый ящичками, приходится сверху выравнивать. Это можетъ быть достигнуто при помощи чугунныхъ дисковъ, прикрѣпленныхъ къ длиннымъ шестамъ. Трамбованіе бетона подъ водою слишкомъ трудно и отчасти вредно: поверхность бетона отъ движенія воды при трамбованіи размывается.

Вообще относительно подводной бетонной кладки можно сказать слѣдующее: лучшіе результаты получаются въ тѣхъ случаяхъ, когда вода имѣетъ только слабое теченіе; въ стоячей водѣ труднѣе удаляется муть, въ водѣ съ быстрымъ теченіемъ или большимъ волненіемъ бетонъ сильно размывается. Ввиду этого, въ практикѣ морскихъ сооружений были примѣры употребленія мѣшковъ, наполненныхъ бетономъ, причемъ парусинная оболочка значительно мѣшала размыву. Такъ, при работахъ одного порта кладка велась изъ бетонныхъ мѣшковъ такой формы и размѣровъ, какіе показаны на черт. 446, причемъ каждый мѣшокъ вмѣщалъ 570 куб. фут. бетона. Мѣшки со стороны моря и сверху были сшиты въ два слоя ткани. Погруженіе производилось помощью барки съ открывавшимся дномъ. Составъ бетона былъ 1 : 4 : 4 причемъ балластъ состоялъ изъ кусковъ камня, вѣсомъ до 16 — 20 фунтовъ.

**Бетонно-железныя конструкціи.** Камень, какъ сказано было выше, разрывающимъ усиліямъ оказываетъ сопротивленіе въ 6—8 разъ меньшее чѣмъ усиліямъ сжимающимъ. Сопротивляемость разрыву каменныхъ кладокъ еще меньше. Благодаря болѣе равномерному распредѣленію камня и раствора въ бетонѣ, бетонная

кладка ближе подходит къ монолиту чѣмъ всякая другая, а потому и разность въ сопротивленіяхъ сжатію и растяженію бетона ближе къ такой же разности въ сопротивленіи цѣлаго камня. Благодаря этому, бетономъ можно пользоваться для образованія даже архитравныхъ или балочныхъ покрытій, а при устройствѣ изъ него сводовъ можно дѣлать ихъ болѣе тонкими. Въ послѣднее время выяснилась возможность искусственно увеличивать сопротивляемость бетона растяженію, слѣдовательно, дѣлать бетонныя монолиты во многихъ случаяхъ даже болѣе удобными чѣмъ естественные монолиты. Средство увеличенія сопротивленія разрыву или изгибу бетонныхъ сооружений заключается въ слѣдующемъ: въ массу бетона, въ той части сооружения, въ которой проявляются наибольшія разрывающія усилія, затопляется желѣзная сѣтка изъ прутьевъ или полосъ, переплетенныхъ между собою тонкою проволокою. Прутья располагаются по направленію дѣйствія растягивающихъ усилій. Сцѣпленіе цементнаго раствора съ желѣзомъ очень велико. Связь бетона съ желѣзомъ не можетъ нарушиться и при измѣненіяхъ температуры, такъ какъ коэффициенты расширенія обоихъ матеріаловъ почти одинаковы. Вслѣдствіе этого въ сопротивленіи бетона растяженію могутъ участвовать и желѣзные прутья. Число прутьевъ и размѣры ихъ поперечнаго сѣченья можно рассчитать такимъ образомъ, чтобы общее сопротивленіе бетона и прутьевъ было не менѣе требуемаго.

Перевязка прутьевъ проволокою дѣлается исключительно съ той цѣлью, чтобы при положеніи бетона на прутья, послѣдніе не могли измѣнять своего относительнаго положенія.

Удачная основная идея соединенія бетона съ желѣзомъ, извѣстная теперь подъ названіемъ системы Моанье, дѣлавшись общимъ достояніемъ, стала выражаться въ самыхъ разнообразныхъ формахъ. Теперь по этой системѣ дѣлаютъ плиты для заполненіе промежутковъ между балками, своды, трубы, мосты, резервуары и т. д. и т. д. Во всѣхъ этихъ сооруженияхъ изъ желѣза дѣлается, такъ сказать, остовъ, который и покрывается слоємъ бетона.

На черт. 447 показано расположеніе прутьевъ въ бетонныхъ плитахъ, укладываемыхъ между желѣзными балками вмѣсто сводиковъ.

На черт. 448 показано расположеніе прутьевъ въ бетонной трубѣ подъ полотномъ желѣзной дороги. Путемъ сравненія этого чертежа

съ черт. 12, можно придти къ заключенію, что, введеніе желѣза въ бетонъ дѣйствительно увеличиваетъ его сопротивленіе и при томъ въ значительной степени.

Съ расширеніемъ круга примѣненія системы Моанье, появился рядъ изобрѣтеній, касавшихся конструкціи сѣтки.

Однимъ изъ весьма остроумныхъ изобрѣтеній въ этомъ направленіи слѣдуетъ признать механическое изготовленіе сѣтокъ изъ цѣльныхъ листовъ желѣза, путемъ системы прорѣзовъ ихъ и растягиванія.

На черт. 449 показана такая сѣтка (Metal deployé).

---

## ГЛАВА XXIII.

### Производство смѣшаной кладки.

**Тесовая облицовка.** Кладка начинается съ облицовки. Отдѣльные камни укладываются какъ и въ сплошной кладкѣ сперва насухо, а затѣмъ кладутся на растворъ. Если облицовка ведется не изъ штучнаго камня, то подъ болѣе тонкіе хвосты камней подкладываются растворъ и въ него загоняются клинообразные осколки камня. Подклиниванія на сухо допускать не слѣдуетъ. По мѣрѣ укладки облицовочныхъ камней ихъ соединяютъ связями, если такія назначены по проекту. Послѣ укладки всего облицовочнаго ряда, приступаютъ къ забуткѣ. Для прочнаго сцѣпленія облицовки съ растворомъ ее слѣдуетъ обмывать. Забутка должна вестись очень тщательно, швы постелей слѣдуетъ дѣлать возможно тоньше, для уменьшенія абсолютной величины осадки. Смѣшаную кладку предпочтительнѣе вести на скоро твердѣющемъ растворѣ (цементномъ), съ тѣмъ чтобы ко времени укладки выспихъ слоевъ въ низшихъ растворъ успѣлъ достаточно окрѣпнуть. Когда забутка будетъ выведена на высоту одного слоя облицовки, ее выравниваютъ подъ плоскость или по всему протяженію массива или только полосой въ предѣлахъ укладки облицовки. Во всякомъ случаѣ выравниваніе забутки подъ плоскость производится черезъ опредѣленные промежутки по высотѣ, совпадающіе со швами облицовки. Въ большинствѣ случаевъ тычки послѣдовательныхъ слоевъ облицовки располагаются на однѣхъ вертикаляхъ; этимъ обстоятельствомъ пользуются для

устраненія перекашивания этихъ тычковъ, происходящаго отъ не-одинаковости осадки облицовки и забутки и влекущаго за собою раскрытіе швовъ и даже выпирание нижележащихъ слоевъ облицовки. Съ этою цѣлью стараются располагать между хвостами тычковъ, лежащихъ на одной вертикали, возможно болѣе толстые камни или же между концами хвостовъ кладутъ камень въ видѣ распорки, которая и препятствуетъ перекашиванію тычковъ.

Съ расширеніемъ круга употребленія цементныхъ растворовъ, тесовую облицовку стѣнъ гражданскихъ сооружений все чаще дѣлаютъ послѣ окончанія кладки самыхъ стѣнъ, съ тѣмъ чтобы дать послѣднимъ время принять полную осадку. Въ этомъ случаѣ стѣна ведется съ уступами въ  $\frac{1}{4}$  —  $\frac{1}{2}$  кирпича и ей даютъ выстояться около года. Самую облицовку при этомъ нужно класть такимъ образомъ, чтобы она сама почти не давала никакой осадки.

Достигается это тѣмъ, что облицовка ведется тычковыми и ложковыми рядами, причемъ каждый камень одного ряда кладется на три (или болѣе) свинцовыя пластинки, укладываемыя на камни нижняго ряда и тщательно выравниваются. Послѣ укладки цѣлаго ряда подъ него наливается слой жидкаго раствора. Послѣ этого щель между облицовочнымъ рядомъ и стѣною заполняется цементнымъ растворомъ и тщательно зацебенивается. Если тесовымъ камнемъ облицовываются внутреннія стѣны, то подливка камней и залика промежутковъ между облицовкою и забуткою производится гипсовымъ растворомъ, какъ наиболѣе быстро схватывающимся.

**Укрѣпленіе связей.** Для того чтобы связь исполняла свое назначеніе, она должна плотно сидѣть въ камнѣ. Это достигается заполненіемъ зазора между связью и стѣнками гнѣзда свинцомъ или цементомъ. Цементъ вполнѣ удовлетворительно исполняетъ назначеніе, однако, чаще пользуются свинцомъ.

*Укрѣпленіе скобъ и якорей.* Вытесаное гнѣздо очищаютъ отъ каменной муки. Если заполненіе дѣлается цементомъ, то скважину смачиваютъ, а для свинца, наоборотъ, — высушиваютъ нагрѣтымъ пескомъ. Затѣмъ кладутъ связь и наливаютъ свинецъ. При остываніи свинецъ уменьшается въ объемъ, вслѣдствіе чего образуется небольшой зазоръ между стѣнками связи и заливкою. Зазоръ этотъ уничтожаютъ, обминая свинецъ ударами тупого зубила. Цементъ для

заполненія берется съ небольшимъ количествомъ воды и уплотняется ударами деревяннаго клина.

**Укрѣпленія пиროновъ**, располагаемыхъ между смежными слоями кладки, ведется такъ. Пока камень верхняго слоя еще не положенъ, въ него задѣлываютъ пиронъ. Отъ гнѣзда въ нижнемъ камнѣ пробирается въ немъ неглубокая дорожка въ сторону на такую длину, чтобы, по укладкѣ верхняго камня, часть дорожки осталась видимою. Укладываютъ окончательно верхній камень; а за тѣмъ по дорожкѣ наливаютъ свинецъ въ гнѣздо нижняго. Такъ какъ при этомъ обмять свинца въ нижнемъ камнѣ нельзя, то пиронъ не будетъ въ немъ сидѣть такъ же плотно, какъ и въ верхнемъ.

При заполненіи цементомъ можно пользоваться или жидкимъ растворомъ или густымъ. Жидкій наливается сбоку по дорожкѣ, а густымъ смазываютъ стѣнки гнѣзда или просто наполняютъ имъ гнѣздо, приблизительно, на  $\frac{1}{3}$  глубины. Пиронъ, входя въ гнѣздо, выдавливаетъ изъ-подъ себя цементъ, который и заполняетъ зазоръ.

Укрѣпленіе горизонтальныхъ пиროновъ производится тѣмъ же способомъ, какъ и вертикальныхъ.

**Кирпичная облицовка.** При облицовкѣ бѣтовой кладки сперва выводится слой (нѣсколько рядовъ облицовки) облицовки, а за тѣмъ слѣдуетъ забутка.

При облицовкѣ бетонной кладки, положивъ версту кирпича, ее слѣдуетъ смазать растворомъ, положить тонкій слой бетона и утрамбовывать главнымъ образомъ въ мѣстахъ сопряженія съ кирпичемъ. Положивъ такимъ образомъ два-три слоя кирпича, можно положить за нихъ толстый слой бетона и утрамбовать его. Конечно работа будетъ лучше, если трамбовать слой бетона высотой равной слою кирпича, но это, при большой площади бетоннаго массива, можетъ оказаться слишкомъ мѣшкотнымъ.

Кирпичная облицовка кирпичныхъ стѣнъ ведется одновременно съ кладкою послѣднихъ или же послѣ полной осадки стѣнъ.

Въ первомъ случаѣ нѣтъ никакой разницы между кладкою облицовки и забутки. Во второмъ случаѣ облицовка кладется на болѣе жирномъ но вмѣстѣ съ тѣмъ и на болѣе сухомъ растворѣ, съ цѣлью достиженія возможно меньшей осадки облицовки.

**Бетонная облицовка** бѣтовой кладки ведется такъ. Когда выведено нѣсколько слоевъ забутки, вдоль кладки устанавливаются

досчатые щиты, на разстояніи около 0,10 саж. отъ лица. Между кладкою и щитомъ набрасывается бетонъ и тщательно утрамбовывается. Когда цементъ схватится, щиты переставляются выше.

## ГЛАВА XXIV.

### Кладка арокъ и сводовъ.

Перемычки и арки въ стѣнахъ выводятся одновременно съ кладкою стѣнъ.

Арки подпругныя и своды въ гражданскихъ сооруженіяхъ кладутся послѣ покрытія зданія крышею и окончанія его осадки.

Дѣлается это въ силу слѣдующихъ обстоятельствъ:

Устойчивость стѣнъ, долженствующихъ выдерживать распоръ сводовъ, обуславливается ихъ вѣсомъ, а послѣдній — ихъ высотой. Поэтому стѣны, выведенныя не на всю высоту, могутъ оказываться недостаточно устойчивыми. Осадка стѣнъ не можетъ окончиться раньше, чѣмъ онѣ недоведены до верху. Осадка же стѣнъ можетъ вредно вліять на равновѣсіе сводовъ. Не будучи подъ кровлею, свѣжая кладка сводовъ можетъ страдать отъ дождя.

Для возможности такой кладки, въ стѣнахъ для принятія пяты сводовъ оставляются борозды или дѣлаются особыя выпускныя пяты (черт. 450 и 451).

При кладкѣ цилиндрическихъ сводовъ работа начинается у обѣихъ пяты одновременно и ведется по возможности равномерно по направленію къ замку \*). Дѣлается это съ цѣлью возможно болѣе симметричнаго нагруженія кружалъ, во избѣжаніе перекашиванія ихъ.

Иногда можно бываетъ опасаться выпиранья замковой части кружалъ кверху. Въ такихъ случаяхъ верхнюю часть кружалъ нагружаютъ камнемъ.

Если пазухи свода должны быть забучены, то забутку эту лучше дѣлать одновременно съ кладкою свода, такъ какъ при этомъ можно менѣе опасаться выпиранья свода при загонкѣ послѣдняго клина.

---

\*) Въ одномъ изъ видовъ елочной кладки, какъ сказано было выше, кладка начинается у замка и ведется къ пятамъ.

Пока покатость слоевъ кладки кирпичныхъ сводовъ не особенно велика, то кладка ихъ ведется такъ же какъ и стѣнъ, а именно сперва кладутся версты, а затѣмъ производится заполненіе промежутка между ними.

Когда покатость слоевъ оказывается настолько большою, что растворъ стекаетъ съ постелей, то, по укладкѣ версты, примыкающей къ ополубкѣ кружалъ, приступаютъ къ положенію послѣдовательныхъ рядовъ тычковъ. При этомъ подливаютъ каждый кирпичъ въ отдѣльности, для чего передъ положеніемъ ихъ въ слой смазываютъ растворомъ соотвѣтственную постель и заусенки.

Для правильнаго расположенія слоевъ, по укладкѣ крайнихъ кирпичей версты, натягиваютъ причалки, къ которымъ и подгоняютъ остальные кирпичи версты.

Для провѣрки нормальности направленія постелей къ опалубкѣ пользуются причалками, однимъ концомъ укрѣпленными у оси свода, и особыми шаблонами (черт. 452) если сводъ круговой, или квадрантомъ съ отвѣсомъ (черт. 453), при иномъ видѣ направляющей свода.

При укладкѣ замка тонкихъ сводовъ въ незаполненный промежутокъ между полусводами кладутъ растворъ и въ него втискиваютъ сразу нѣсколько кирпичей по длинѣ свода, нажимая ихъ доскою, по которой дѣлаютъ удары деревянною трамбовкою.

Такъ какъ одиночные кирпичи сравнительно слабы, то часто замокъ образуется изъ двухъ или трехъ кирпичей, заблаговременно связанныхъ между собою растворомъ.

При сводахъ большой толщины замки дѣлаются составными и по толщинѣ и по высотѣ, такъ какъ при толщинѣ замкового слоя въ четверть кирпича не было бы возможности уложить предпослѣднихъ слоевъ свода. Такъ, при толщинѣ свода въ 2 кирпича, замокъ дѣлается въ нижнемъ его концѣ изъ двухъ, а въ верхнемъ изъ трехъ, соотвѣтственнымъ образомъ притесанныхъ кирпичей. При этомъ замковые кирпичи кладутся безъ внутренней перевязки швовъ. До положенія въ дѣло такой клинъ прилаживается на сухо. При замыканіи свода узкій промежутокъ между слоями кладки наполняютъ на нѣкоторую длину болѣе жидкимъ растворомъ и въ него заготавливаютъ заготовленный клинъ, пользуясь слабыми ударами деревянныхъ трамбовокъ.



Ввиду затруднительности кладки послѣднихъ клиньевъ на растворѣ ихъ укладываютъ иногда насухо а затѣмъ заливаютъ жидкимъ растворомъ. Для этой цѣли очень хорошъ гипсовый растворъ. Для того чтобы растворъ не подтекалъ въ промежутокъ между сводомъ и опалубкою и не проливался сквозь щели въ ней, опалубку покрываютъ слоемъ войлока.

Если толстый кирпичный сводъ не будетъ штукатуриться, то для достиженія однообразія въ него кладкѣ, замыканіе можно производить въ два приема: сперва замкнуть нижнюю его часть съ соблюденіемъ перевязки/видимыхъ швовъ въ смежныхъ рядахъ, а затѣмъ верхнюю, не забывая о перевязкѣ.

Толстые кирпичные своды удобнѣе всего замыкать тесовыми клиньями, однако, это дѣлается очень рѣдко.

При кольцевой кладкѣ сводовъ работа ведется двояко: кладется каждое кольцо въ отдѣльности или всѣ кольца кладутся сразу.

Первый способъ невыгоденъ въ томъ отношеніи, что замыканіе первыхъ колець производится при неполной осадкѣ кружалъ, сомкнутыя уже кольца препятствуютъ осадкѣ остальныхъ, что же касается удобствъ самой работы, то онъ лучше второго.

Если отдѣльные кольца кладутся въ перевязку, или если въ сводѣ располагаютъ прокладные ряды, то, очевидно, выбора въ приемахъ работы быть не можетъ.

Въ послѣднее время кирпичные своды стали облицовывать тонкими плитками, только видимые размѣры которыхъ соотвѣтствуютъ размѣромъ ложковъ и тычковъ, толщина же ихъ около одного сантиметра.

При кладкѣ сводовъ изъ песчанаго камня на кружалахъ назначается положеніе каждаго шва. Нормальность швовъ провѣряется шнуромъ, укрѣпленнымъ однимъ концомъ въ оси поверхности; шаблонами или квадратами съ отвѣсомъ. Для достиженія правильности толщины швовъ иногда пользуются деревянными прокладками, толщиной равною толщинѣ шва. Растворъ кладется болѣе толстымъ слоемъ, а затѣмъ камень осаживается ударами деревянныхъ трамбовокъ, Если камень будетъ осажень болѣе, чѣмъ нужно, его приходится снять, очистить растворъ, обмыть камень водою и начать укладку снова. По мѣрѣ перехода къ швамъ, имѣющимъ направленіе близкое къ вертикальному, растворъ плохо держится на постеляхъ, спол-

заеть съ него; въ такихъ случаяхъ растворомъ смазываютъ только нижнюю часть постели, сажаютъ камень а затѣмъ шовъ заполняютъ густымъ растворомъ помощью зубчатой лопаточки или заливаютъ жидкимъ.

Для того чтобы замковый рядъ камней плотно замыкалъ сводъ, отдѣльные камни его слѣдуетъ обтесывать въ то время когда кладка всѣхъ клиньевъ будетъ закончена и явится такимъ образомъ возможность опредѣлить истинные размѣры замка.

Замыканье производится по возможности по всей длинѣ замка одновременно. Замокъ сажается въ наполненный растворомъ промежутокъ при помощи ударовъ трамбовками или же сажается на сухо и затѣмъ уже заливается болѣе жидкимъ растворомъ.

Съ цѣлью устраненія выкрашиванія наружныхъ кромокъ камней, иногда наружную часть шва (до  $\frac{1}{3}$ ) оставляютъ при кладкѣ пустою, для чего ее временно заполняютъ войлокомъ, паклею или бичевкою. Заполненіе этихъ пустыхъ швовъ производится уже послѣ раскружаливанія свода, причемъ дѣлается и расшивка.

При кладкѣ сводовъ изъ тесоваго камня, иногда съ цѣлью направленія давленія въ предѣлахъ средней трети толщины, вмѣсто раствора пользуются свинцовыми прокладками или во всѣхъ швахъ или только въ швахъ перелома и въ пятахъ. Послѣ раскружаленія такого свода и принятія имъ полной осадки пустая части швовъ заливаютъ жидкимъ растворомъ или замазываютъ болѣе густымъ. Прокладки дѣлаются широкія, въ треть толщины свода, или болѣе узкія и кладутся въ два ряда по краямъ средней трети толщины свода.

Для кладки сводовъ изъ бутоваго камня употребляютъ постелистый камень или околотый не постелистый. Околка должна имѣть цѣлью приданіе камнямъ клинообразной формы.

При сравнительно большой толщинѣ бутовыхъ сводовъ отдѣльные ихъ клинья не всегда удается составить изъ цѣльныхъ камней по толщинѣ свода, а потому, надо строго слѣдить за правильностью толщины камней, помѣщаемыхъ въ разныхъ частяхъ клина. При неодинаковости толщины шва можетъ быть неправильное распределеніе усилій въ сводѣ. Такъ какъ при бутовой кладкѣ, несмотря на всѣ предосторожности, все-таки есть стремленіе къ неправильной осадкѣ; то для ослабленія ея размѣровъ пользуются прокладными рядами изъ тесаныхъ камней или кирпича. Прокладныхъ рядовъ кладется нѣсколько.

Своды кладутся также и изъ бетона. Главнымъ образомъ бетонъ употребляется для кладки сводиковъ, служащихъ для заполнения промежутковъ между половыми балками.

Такіе сводики дѣлаются или съ криволинейною внутреннею поверхностью или съ плоскою (черт. 454). Въ послѣднемъ случаѣ толщина покрытія увеличивается къ балкамъ, чѣмъ увеличивается устойчивость послѣднихъ противъ опрокидыванія. Въ гражданскихъ сооруженіяхъ бетонные своды дѣлаются весьма пологіе—съ подъемомъ въ  $\frac{l}{12}$  —  $\frac{l}{16}$ . Для выпуклыхъ сводовъ устраиваются обыкновенныя кружала со сплошною опалубкою. Для легкихъ сводовъ, служащихъ для заполнения промежутковъ между балками, роль кружалъ можетъ играть подвѣсная платформа или досчатая настилка на козлахъ.

Кладка ведется, смотря по величинѣ пролета свода, или по всему пролету сразу, подвигаясь по длинѣ свода, причѣмъ по направленію, перпендикулярному къ оси свода, ставятся временныя досчатыя перегородки, снимаемыя по укладкѣ кольца, или отдѣльными клиньями.

Каждое кольцо или клинъ при этомъ плотно утрамбовывается. При кладкѣ тонкихъ пологихъ сводовъ кольцами, трамбованіе производятъ по вертикальному направленію, а при кладкѣ сводовъ клиньями—по направленію перпендикулярному къ нормалямъ свода.

Все сказанное о приемахъ работы кладки сводовъ относится къ сводамъ, возводимымъ на открытомъ мѣстѣ. Кладка сводовъ туннельныхъ представляетъ нѣкоторыя особенности, такъ какъ сводъ при этомъ сверху бываетъ недоступенъ и работу приходится вести сбоку.

Въ грунтѣ нескалистомъ сводъ ведутъ съ обѣихъ сторонъ равномерно, для возможности равномернаго же сниманія крѣпей (деревянная одежда туннеля во время его пробивки). Когда разстояніе между ближайшими клиньями дойдетъ, приблизительно, до 0,50 саж., начинаютъ постепенно замыкать отдѣльныя кольца; какъ это показано на черт. 455 и 456. Вставивъ замокъ въ *a*, кладутъ предпослѣдніе клинья и замокъ *b*, наконецъ замыкаютъ послѣдній промежутокъ *c*, постепенно вынимая распорки.

При встрѣчѣ кладокъ сводовъ, ведущихся съ противоположныхъ концовъ, приходится замыкать сводъ снизу. Если сводъ кирпичный

или бутовый, послѣдній камень можно вбить снизу, дѣлая послѣдніе швы (у замка) вертикальные. Если сводъ тесовый, то послѣдній замокъ необходимо посадить сверху. Дѣлается это такъ: надъ мѣстомъ послѣдняго замка выбирается часть грунта, въ это углубленіе поднимаютъ замокъ *a* (черт. 457) и поддерживаютъ его подпоркою *c*, кладутъ предпослѣдній камень *b* и, наконецъ, опуская подпорку *c*, даютъ замку *a* опуститься на свое мѣсто.

При одномъ изъ способовъ веденія туннельныхъ работъ сперва выводится сводъ, а затѣмъ подъ него подводятся опорныя стѣнки (черт. 458 и 459). Наиболѣе серьезнымъ моментомъ такой работы является сопряженіе свода, держащагося на подпоркахъ, съ опорами. Сопряженіе это дѣлается при постепенномъ снятіи подпорокъ.

Приемы кладки сложныхъ цилиндрическихъ и иныхъ формъ сводовъ ничѣмъ существенно не отличаются отъ кладки сводовъ цилиндрическихъ.

Выше было уже упомянуто о томъ, что легкіе цилиндрическіе своды можно класть вовсе безъ кружалъ. Подобную же кладку допускаютъ и легкіе купольные своды, отверстіемъ до 5 саж., если они ведутся изъ кирпича на быстро схватывающемся растворѣ. При этомъ положеніе отдѣльныхъ кирпичей опредѣляется разстояніемъ отъ центра купола, которое можетъ измѣряться подвижною рейкою, одинъ конецъ которой укрѣпленъ въ центрѣ свода. Этою же рейкою опредѣляется и уклонъ постелей къ горизонту (черт. 460). Кирпичи подтесываются по мѣрѣ ихъ укладки. Каждый кирпичъ подливается отдѣльно и временно, до затвердѣнія раствора, удерживается въ своемъ положеніи перекинутою черезъ сводъ веревкою съ какимъ-нибудь грузомъ. При кладкѣ купольнаго свода приходится замыкать каждое его кольцо въ отдѣльности, что не представляетъ никакихъ затрудненій.

**Раскружаливаніе сводовъ.** Вопросъ о наивыгоднѣйшемъ моментѣ раскружаливанія сводовъ является спорнымъ: такъ, одни строители рекомендуютъ раскружаливать вслѣдъ за сомкнутіемъ свода, другіе — послѣ нѣкотораго затвердѣнія раствора.

Продолжительное выдерживаніе свода на кружалахъ обыкновенно защищаютъ тѣмъ соображеніемъ, что отъ этого никогда не

происходило обрушеній сводовъ, тогда какъ отъ излишней поспѣшности въ раскружаливаніи обрушенія случались.

Однако, и то и другое имѣетъ свои достоинства и недостатки.

При раскружаливаніи вслѣдъ за сомкнутіемъ, пока растворъ еще не окрѣпъ, является возможность плотнѣе сомкнуть всѣ швы и тѣмъ уплотнить растворъ, но зато при этомъ можетъ происходить нѣкоторое разстройство кладки и измѣненіе формы свода.

Если раскружаливать сводъ съ окрѣпшимъ растворомъ, то осадка его можетъ повлечь за собою появленіе трещинъ въ болѣе слабыхъ мѣстахъ.

Есть средняя мѣра: вслѣдъ за сомкнутіемъ свода ослаблять кружала на величину нѣсколько меньшую предполагаемой осадки, дать своду выстоять отъ четырехъ до шести недѣль, смотря по погодѣ, а за тѣмъ совсѣмъ снять кружала.

Для возможности болѣе правильнаго рѣшенія вопроса о времени раскружаливанія всякаго даннаго свода слѣдуетъ принять во вниманіе слѣдующія обстоятельства.

Устойчивость сводовъ тяжелыхъ обусловливается равновѣсіемъ отдѣльных ихъ клинѣвъ; сдѣленіе раствора играетъ второстепенную роль. Поэтому, при возведеніи такихъ сводовъ, слѣдуетъ стремиться къ тому, чтобы клинья скорѣе могли занять нормальное для нихъ положеніе, а это тѣмъ легче достижимо, чѣмъ пластичнѣе растворъ въ моментъ раскружаливанія.

Устойчивость сводовъ легкихъ обусловливается исключительно вяжущею способностью раствора. Растворъ пріобрѣтаетъ достаточную силу сдѣленія не сейчасъ же послѣ его затвердѣнія, а только по истеченіи нѣкотораго времени. Поэтому, при возведеніи такихъ сводовъ, слѣдуетъ стремиться къ тому, чтобы растворъ могъ достаточно окрѣпнуть прежде, чѣмъ ему придется принять участіе въ удержаніи свода въ равновѣсіи.

Своды изъ тесоваго камня имѣютъ меньшее число швовъ и швы эти тоньше чѣмъ у сводовъ кирпичныхъ или бутовыхъ, а потому абсолютная величина осадки первыхъ должна быть меньше чѣмъ вторыхъ. Ввиду этого при раскружаливаніи тесовыхъ сводовъ можно ожидать меньшаго формоизмѣненія, чѣмъ при раскружаливаніи сводовъ кирпичныхъ или бутовыхъ.

Растворъ известковый гораздо дольше остается въ пластичномъ состояніи, чѣмъ растворъ цементный, поэтому снятіе кружалъ при известковомъ растворѣ не можетъ вредно отражаться на крѣпости связи раствора съ камнемъ, а при цементномъ растворѣ оно можетъ вредить его прочности, какъ, въ случаѣ происшедшаго движенія въ массѣ свода въ періодъ неполнаго затвердѣнія раствора, нельзя уже рассчитывать на прочную связь раствора съ камнемъ.

Состояніе погоды вліяетъ на быстроту твердѣнія раствора, а потому отражается и на абсолютной величинѣ осадки. Такъ, при постройкѣ одного моста кирпичные своды, отверстіемъ въ 14 метровъ, раскружаленные черезъ 15 дней послѣ замыканія, дали осадки въ 24—46—79 мм., смотря по тому, была ли во время кладки соответственныхъ сводовъ погода сухая, переменная или дождливая.

На основаніи вышесказаннаго можно сдѣлать слѣдующія общія указанія:

1) Своды тяжелые изъ тесоваго камня предпочтительнѣе класть на известковомъ растворѣ и раскружаливать вслѣдъ за сомкнутіемъ.

2) Своды тяжелые изъ кирпича на известковомъ растворѣ слѣдуетъ начинать раскружаливать вслѣдъ за сомкнутіемъ и самое раскружаливаніе вести постепенно, опуская кружала нѣсколько разъ на небольшую величину, во избѣжаніе одновременнаго большаго формоизмѣненія свода, которое можетъ сопровождаться перекашиваніемъ его. Когда осадка прекратится, можно совсѣмъ снять кружала.

3) Своды тяжелые изъ кирпича или бутоваго камня на цементномъ растворѣ а равно своды бетонные и легкіе кирпичные слѣдуетъ выдерживать на кружалахъ до пріобрѣтенія цементомъ достаточной крѣпости. Небольшое ослабленіе кружалъ вслѣдъ за сомкнутіемъ свода можно допускать только при тяжелыхъ кирпичныхъ и бутовыхъ сводахъ.

Время оставленія сводовъ на кружалахъ въ среднемъ опредѣляется въ 4—6 недѣль. Своды малыхъ отверстій можно раскружаливать быстрѣе, чѣмъ своды большихъ отверстій.

Въ какое бы время ни производилось раскружаливаніе, оно должно вестись крайне осторожно: равномерно, симметрично, медленно, безъ толчковъ. Сразу можно опускать кружала только на нѣкоторую часть предполагаемой осадки. Когда кружала отстануть

отъ свода, т. е. когда послѣдній окажется уже на вѣсу, слѣдуетъ тщательно осмотрѣть сводъ и, если при этомъ окажутся хотя бы небольшія трещины,—воздержаться отъ уборки кружалъ на нѣкоторое время, съ цѣлью выяснить вопросъ о томъ кончилась ли осадка свода или нѣтъ. Въ послѣднемъ случаѣ трещины должны увеличиваться. Для наблюденія за расширеніемъ трещинъ пользуются полосками бумаги, которыя наклеиваютъ на сводъ поперекъ трещинъ. Въ случаѣ расширенія трещинъ бумажки рвутся.



# ИСКУССТВЕННЫЕ ПЕСЧАНО-ИЗВЕСТКОВЫЕ КАМНИ,

ТАКЪ НАЗЫВАЕМЫЕ СИЛИКАТНЫЕ и НАСЫЩЕННЫЕ УГЛЕКИСЛОТОЮ.

---

ОБЗОРЪ СПОСОБОВЪ ИХЪ ПРОИЗВОДСТВА и ТЕХНИЧЕСКАЯ ИХЪ ОЦѢНКА.

---

СОСТАВИЛЪ

**В. И. Курдюмовъ,**

Ординарный профессоръ Института Инженеровъ Путей Сообщенія  
ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА I.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

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

1900.



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

## Искусственные песчано-известковые камни.

---

Достоинства камня какъ строительнаго матеріала по справедливости были уже оцѣнены въ самой глубокой древности. Только признаніемъ этихъ достоинствъ и можно объяснить себѣ предпочтительное пользованіе камнемъ при возведеніи всѣхъ монументальныхъ сооружений, не смотря на то, что обработка его и, вообще, обращеніе съ нимъ гораздо труднѣе чѣмъ съ другими, бывшими тогда въ употребленіи матеріалами, — деревомъ и землею. Однимъ изъ наиболѣе цѣнныхъ свойствъ камня является его прочность, обеспечивающая ему, при благопріятныхъ условіяхъ, замѣчательную долговѣчность. О степени этой долговѣчности можно судить по нѣкоторымъ памятникамъ доисторическаго зодчества, сохранившимся и по настоящее время.

Стремленіе пользоваться въ качествѣ строительнаго матеріала камнемъ, ввиду далеко не повсемѣстнаго распространенія его мѣсто-рожденій, должно было побудить человѣчество изыскивать способы изготовленія камней искусственныхъ.

Слѣдуетъ думать, что первую попытку въ этомъ направленіи было изготовленіе глинянаго кирпича, высушенаго на солнцѣ, извѣстнаго нынѣ подъ названіемъ сырца.

Хорошо высушенный сырецъ обладаетъ достаточною крѣпкостью, а потому можетъ служить сравнительно хорошимъ строительнымъ матеріаломъ, пригоднымъ, однако, для возведенія такихъ только частей сооружений, которыя не подвергаются дѣйствию дождя; такъ какъ дождевая вода, проникая во внутрь сырца, размягчаетъ его, ослабляетъ связь между его частицами, дѣлаетъ ихъ легкоподвижными.

Размягчаемость сырца въ присутствіи воды, сопровождающаяся потерей его крѣпкости, очевидно, должна была сильно озабочивать древнихъ строителей и понуждать ихъ изыскивать средства къ усовершенствованію этого прототипа искусственныхъ камней. Такимъ усовершенствованіемъ явился обжигъ сырца.

При обжигѣ глина теряетъ химически связаную воду, спекается съ заключающимися въ ней зернами песка, твердѣетъ, теряетъ способность размягчаться водою, однимъ словомъ,—каменѣетъ.

Поэтому обожженный сырецъ или кирпичъ, какъ обладающій всѣми свойствами естественнаго камня, по справедливости могъ быть признанъ за искусственный камень.

Истинная родина кирпича осталась неизвѣстною. Полагаютъ, что впервые онъ появился въ Китаѣ, Японіи или верхней Индіи, хотя наиболѣе древнія кирпичныя постройки найдены въ Египтѣ. Тамъ были открыты остатки кирпичной стѣны, окружавшей храмъ Беллуса. Судя по той глубинѣ отъ современнаго средняго уровня долины Нила, на которой открыта стѣна (20—24 мет.), и по величинѣ постоянного хотя и весьма медленнаго нарастанія этой долины, производимаго разливами Нила, возрастъ этой стѣны исчисляють въ 12 тысячъ лѣтъ.

Благодаря широкому распространенію въ природѣ глинъ, пригодныхъ для выдѣлки кирпича, благодаря простотѣ его производства, наконецъ, благодаря удобству формы и размѣровъ кирпича, обусловливаемыхъ возможностью совершеннаго его обжига, кирпичъ долженъ былъ вполнѣ удовлетворить главнѣйшимъ требованіямъ, которыя могли къ нему предъявляться древними строителями, а потому фабрикація его должна была широко распространиться.

Естественный камень въ древнихъ сооруженіяхъ употреблялся въ двухъ видахъ—въ видѣ кусковъ правильной формы и неправильной. Въ первомъ случаѣ неподвижность отдѣльныхъ камней, а слѣдовательно, и нераздѣльность всего сооруженія обезпечивалась или приданіемъ отдѣльнымъ камнямъ очень большихъ размѣровъ или введеніемъ правильной разрѣзки кладки, употребленіемъ притески и связей. Во второмъ случаѣ нераздѣльность кладки достигалась употребленіемъ вяжущихъ веществъ. Слѣдуетъ думать, что въ качествѣ вяжущаго вещества сперва употреблялась глина, какъ матеріалъ, во влажномъ состояніи достаточно пластичный и по высы-

ханіи обладающій достаточною твердостью и сцѣпленіемъ съ камнемъ. Однако, и въ этомъ случаѣ размягчаемость глины должна была представлять существенный недостатокъ: съ увлажненіемъ глины связь ея съ камнемъ ослабѣвала.

Это обстоятельство должно было служить побудительною причиною къ изысканію болѣе совершенныхъ вяжущихъ веществъ, т. е. такихъ, которыя при употребленіи въ дѣло были бы пластичными, а затѣмъ затвердѣвали бы навсегда, т. е. не могли бы снова размягчаться подъ вліяніемъ воды или другихъ какихъ-либо причинъ.

Введеніе въ строительную практику кирпича, какъ матеріала мелкаго, особенно нуждающагося въ общемъ связываніи, должно было въ свою очередь обострить вопросъ о болѣе совершенномъ вяжущемъ веществѣ. Вопросъ этотъ былъ вполне удачно разрѣшенъ открытіемъ вяжущей способности обожженной и погашеной извести.

Кѣмъ, гдѣ и когда была впервые употреблена известь остается тоже неизвѣстнымъ.

Кирпичъ и известь дошли и до насъ и въ настоящее время являются одними изъ наиболѣе распространенныхъ строительныхъ матеріаловъ. Однако, не смотря на прекрасныя качества кирпича, выдѣлываемаго изъ глины, и растворовъ, приготовляемыхъ изъ извести и песка, и по настоящее время не прекращаются изысканія все новыхъ и новыхъ, въ какихъ-либо отношеніяхъ болѣе совершенныхъ искусственныхъ камней и вяжущихъ веществъ.

Наибольшимъ успѣхомъ увѣнчались поиски за болѣе совершенными вяжущими веществами. Дѣйствительно, сперва была замѣчена способность пуццоланъ и нѣкоторыхъ другихъ естественныхъ цемянокъ придавать воздушной извести гидравлическія свойства, затѣмъ были открыты гидравлическія извести, романскій цементъ и, наконецъ, былъ изобрѣтенъ цементъ портландскій.

Что касается фабрикаціи искусственныхъ камней, то, въ сущности, дальше усовершенствованій глинянаго кирпича и введенія цементовъ въ бетоны, бывшіе извѣстными и въ древности, дѣло не пошло, такъ какъ нельзя же въ самомъ дѣлѣ придавать серьезное значеніе изобрѣтеніямъ искусственныхъ мраморовъ, пирогранитовъ и т. п. матеріаловъ, имѣющихъ второстепенное значеніе въ строительномъ дѣлѣ. Попытки же дать матеріалъ, по своему значенію равносильный глиняному кирпичу, до самого послѣдняго времени не приводили къ какимъ-либо дѣйствительно серьезнымъ результатамъ.

Искусственный камень, который могъ бы въ строительномъ дѣлѣ занять такое же мѣсто и получить такое же распространѣніе какъ и глиняный кирпичъ, очевидно, долженъ изготовляться изъ такихъ же широко распространенныхъ въ природѣ матеріаловъ какъ и глина.

По распространенности въ природѣ сравняться съ глиною можетъ только песокъ. Поэтому при всѣхъ попыткахъ приготовленія искусственнаго камня, могущаго если не превзойти, то хотя бы только сравняться съ глинянымъ кирпичемъ, въ качествѣ сырого матеріала всегда и пользовались пескомъ.

Песчаные камни встрѣчаются въ природѣ и носятъ названіе песчанниковъ. Поэтому, будучи приготовлены искусственно, они могутъ называться искусственными песчанниками.

Для того чтобы изъ песка приготовить камень, очевидно, достаточно крѣпко и прочно связать между собою отдѣльныя его частицы. При современномъ состояніи техническихъ знаній задача о крѣпкомъ и прочномъ сцѣпленіи песчинокъ весьма просто можетъ быть рѣшена при помощи цемента, тѣмъ не менѣе вопросъ о фабрикаціи искусственныхъ песчанниковъ до сихъ поръ нельзя было считать практически рѣшеннымъ.

Дѣйствительно, отъ добра добра не ищутъ — говоритъ русская пословица. Глиняный кирпичъ — матеріалъ вполнѣ хорошій, всѣмъ знакомый, достоинства же искусственныхъ песчанниковъ еще мало кому извѣстны, а потому послѣдній можетъ войти въ общее употребленіе лишь при томъ условіи, если онъ окажется не только лучше, но и не дороже глинянаго кирпича.

При употребленіи же цементовъ искусственный песчанникъ долженъ быть дороже глинянаго кирпича въ силу двухъ обстоятельствъ: сравнительной дороговизны цемента и невозможности пользоваться относительно малыми его количествами при условіи достиженія достаточно большой прочности камня. Послѣднее отчасти зависитъ отъ того, что при искусственномъ измелченіи (размолѣ) цемента частицы его недостаточно мелки. Вотъ это то обстоятельство и не позволяетъ осуществить практически задачу, такъ легко разрѣшимую теоретически при помощи цементовъ.

Ввиду невозможности пользоваться для массоваго производства искусственныхъ камней сравнительно дорогими цементами, приходится довольствоваться хотя и менѣе совершеннымъ, но зато гораздо бо-

лѣе дешевымъ вяжущимъ веществомъ, какимъ является известь, благодаря широкому распространенію въ природѣ известняковъ и сравнительной простотѣ и легкости ихъ обжига.

Итакъ, въ силу изложенныхъ выше обстоятельствъ, при всѣхъ попыткахъ изготовленія искусственныхъ камней сырыми матеріалами служили песокъ и известь.

Посмотримъ, что же именно удалось по настоящее время сдѣлать изъ извести и песку.

Первыя попытки изготовленія песчано-известкового камня были сдѣланы во Франціи въ 1829 году Lebrun'омъ. Способъ Lebrun'a заключался въ слѣдующемъ: 3—5 частей гидравлическаго известняка, въ видѣ мелкаго порошка, смѣшивались съ 1 частью угольной или коксовой пыли. Изъ этой смѣси формовались кирпичики и подвергались обжигу. Результатомъ этого обжига являлась гидравлическая известь, названная Lebrun'омъ «hydro». Одна часть этой hydro смѣшивалась съ 3 частями песка и 0,2 частями воды. Изъ это смѣси формовались въ чугунныхъ формахъ разныя издѣлія, которыя затѣмъ и высушивались на воздухѣ.

Получавшійся матеріалъ былъ достаточно прочнымъ. Эта прочность, въ связи съ легкостью приданія издѣліямъ любыхъ сложныхъ формъ, позволяла ему конкурировать съ тесовымъ камнемъ; что же касается конкуренціи съ кирпичемъ, то таковая ему была не подъ силу, такъ какъ механическое измельченіе известняка и угля, очевидно, не могло обходиться дешево.

Болѣе удачною попыткою изготовленія песчано-известкового камня слѣдуетъ признать работы Coignet, обнародованныя имъ въ 1854 году. Камень Коанье готовился изъ одной части гашеной извести и десяти частей песка съ минимальнымъ количествомъ воды. Песокъ съ известью тщательно перемѣшивался и перетирался, готовая смѣсь укладывалась тонкими слоями въ формы и сильно утрамбовывалась. По этому способу Коанье дѣлалъ ступени, подоконники и т. п., а равно и большіе сплошные массивы \*). Получавшійся матеріалъ Коанье называлъ *betons agglomérés*.

---

\*) Смѣсью извести съ пескомъ или известковымъ растворомъ пользовались и раньше для образованія большихъ массивовъ. Такъ, еще римляне возводили толстыя стѣны изъ известкового бетона, т. е. изъ смѣси известкового раствора съ камнемъ, причемъ, однако, бетонъ они употребляли только для внутрен-

Бетонъ Коанье, ввиду достаточной его крѣпкости и сравнительной дешевизны его изготовленія, сталъ быстро входить въ употребленіе. Такъ, бетономъ Коанье пользовались при работахъ Суэцкаго канала, парижскихъ водостоконъ, фундаментовъ зданій всемірной выставки 1867 года и т. д. Въ Россіи бетономъ Коанье пользовались при сооруженіи Варшавской жел. дороги.

Одновременно съ Коанье во Франціи, работалъ въ томъ же направленіи Dr. A. Bernhardt въ Германіи.

Онъ бралъ смѣсь изъ 1 части гашеной извести и 4 частей песку, тщательно перемѣшивалъ, смачивалъ небольшимъ количествомъ воды, давалъ смѣси нѣкоторое время полежать, а затѣмъ формовалъ изъ нея при помощи ручнаго пресса кирпичи. Сформованные кирпичи подвергались воздушной сушкѣ, подобно тому какъ сушится глиняный сырецъ.

При благопріятной погодѣ, на 8—10 день такой кирпичъ можно было употреблять въ кладку. Если кирпичъ предназначался къ перевозкѣ, то онъ сушился нѣсколько недѣль и кромѣ того при самой перевозкѣ принимались, во избѣжаніе боя и выкрашиванія кромокъ, нѣкоторыя предосторожности: слои кирпича перекладывались соломою, укладывались возможно плотнѣе одинъ къ другому и т. п.

Перетираніе смѣси песка съ известью, влекущее за собою измельченіе песка, употребленіе минимальнаго количества воды для затворенія извести, тщательное трамбованіе тонкими слоями, практиковавшееся Коанье, или формованіе въ прессахъ, практиковавшееся Бернарди,—все это даетъ право думать, что возможность достиженія крѣпости камня и Коанье и Бернарди основывали исключительно на сдѣвленіи частицъ, на сдѣвленіи тѣмъ болѣе крѣпкомъ, чѣмъ мельче самыя частицы, чѣмъ въ болѣе близкое соприкосновеніе онѣ приведены. И они не ошибались въ своихъ расчетахъ относительно возможности достиженія этимъ способомъ достаточной крѣпкости связи между составными частями бетона или кирпича.

---

ней части стѣнъ, внѣшнія же ихъ части образовывались изъ кирпича. Работа велась такъ: клался рядъ кирпичной облицовки стѣны съ передней и задней ея стороны, промежутокъ заполнялся бетономъ и трамбовался. Впослѣдствіи постоянную кирпичную облицовку стѣнъ замѣнили временною деревянною, т. е. стали употреблять деревянныя формы. Первый примѣръ такой замѣны былъ сдѣланъ Rudin'омъ въ Швеціи въ 1828 году при перестройкѣ выгорѣвшаго до тла городка Boris.

И бетонъ Коанье и кирпичъ Бернарди могли бы стать весьма опасными конкурентами глинянаго кирпича, еслибы они, кромѣ вполне достаточной крѣпости, обладали бы и соотвѣтственною прочностью. Къ сожалѣнію, этой то прочности имъ и не доставало.

При той механической обработкѣ, которой подвергалась известь въ процессахъ Коанье и Бернарди, въ ней не происходило никакихъ измѣненій въ смыслѣ химическомъ, а потому она и сохраняла всѣ присущія ей свойства, а въ числѣ ихъ и способность впитывать въ себя воду, размягчаться въ ней и даже растворяться.

При размягченіи извести связь между ея частицами и между известью и зернами песка ослабѣваетъ и легко можетъ совершенно нарушаться. При такихъ условіяхъ крѣпость бетона Коанье или кирпича Бернарди не могла быть постоянною. При отсутствіи же постоянства крѣпости, никакой камень не можетъ быть признанъ вполне хорошимъ строительнымъ матеріаломъ.

Когда выяснилась малая прочность бетона Коанье и кирпича Бернарди, употребленіе ихъ стало постепенно сокращаться а затѣмъ и вовсе прекратилось.

Неудача, постигшая первые песчано-известковые камни, не смутила, однако, изобрѣтателей, а дала только новое направленіе ихъ мыслямъ: они стали изыскивать средства—входящую въ составъ искусственныхъ камней известь приводить въ нерастворимое состояніе.

Такое приведеніе возможно только при условіи измѣненія химическаго состава извести.

Изъ всѣхъ возможныхъ соединеній извести наиболѣ прочными и нерастворимыми въ водѣ, являются соединенія ея съ кремнеземомъ, а потому всѣ усилія изобрѣтателей и направились на обращеніе заключающейся въ искусственномъ камнѣ извести въ кремнекислую или, иными словами, на образованіе известковыхъ силикатовъ.

Давно уже было замѣчено свойство нѣкоторыхъ веществъ придавать воздушной извести гидравлическія свойства, т. е. сообщать ей способность дѣлаться норастворимою въ водѣ и даже твердѣть подъ водою. Первоначально такое вліяніе этихъ веществъ, называемыхъ теперь цемянками, приписывали присутствію въ нихъ аморфнаго кремнезема, способнаго вступать въ соединеніе съ известью при низкой температурѣ въ присутствіи воды и образовывать нерастворимые въ водѣ известковые силикаты. Впослѣдствіи было



выяснено, что въ цемянкахъ заключается не аморфный кремнеземъ, а кремнекислыя соединенія, способныя при тѣхъ же условіяхъ вступать въ дальнѣйшія соединенія съ известью и образовывать болѣе прочныя и нерастворимыя въ водѣ известковые силикаты.

Цемянки далеко не сплошь состоятъ изъ такихъ кремнекислыхъ соединеній, а содержатъ въ себѣ еще и болѣе или менѣе значительное количество постороннихъ примѣсей, неимѣющихъ никакого вліянія на твердѣніе извести. Въ зависимости отъ относительнаго количества такихъ примѣсей, цемянки могутъ быть болѣе или менѣе сильными. При избыткѣ такихъ примѣсей, ими можно отчасти замѣнять песокъ при изготовленіи растворовъ.

Такія же кремнекислыя соединенія, какія встрѣчаются въ цемянкахъ, могутъ заключаться и въ известнякахъ, изъ которыхъ обжигается известь. Въ такомъ случаѣ известь сама по себѣ обладаетъ уже гидравлическими свойствами и носить названіе гидравлической.

Очевидно, такія же кремнекислыя соединенія могутъ встрѣчаться и въ пескѣ и въ такомъ случаѣ введеніе его въ растворъ тоже будетъ придавать извести гидравлическія свойства.

Все это было давнымъ давно извѣстно, а потому вполне естественно, что, когда возникъ вопросъ объ обращеніи въ известковые силикаты извести, заключающейся въ песчано-известковыхъ камняхъ, то прежде всего и брали вниманіе на гидравлическіе извести и на цемянки.

Такъ, Коанье, убѣдившись въ томъ, что его бетонъ изъ воздушной извести, страдаетъ отъ воды, сталъ уже рекомендовать прибавленіе къ извести цемянокъ.

Для полнаго обезпеченія крѣпости песчано-известковому камню, очевидно, необходимо, чтобы вся заключающаяся въ немъ известь перешла въ силикатъ, а это возможно, конечно, въ томъ только случаѣ, если въ камнѣ будетъ заключаться столько кремнекислыхъ соединеній, способность вступать въ дальнѣйшее соединеніе съ известью, сколько нужно для полнаго поглощенія этой послѣдней. Вообще количество это должно быть довольно значительно. Дѣйствительно, если пользоваться для изготовленія камня гидравлическою извѣстью, то составъ известняка, изъ котораго обжигается такая известь, долженъ быть такимъ же, какой требуется для возможности обжига изъ него романскаго цемента.

Если пользоваться цемянками, то и ихъ необходимо прибавлять къ извести въ очень большомъ количествѣ, а въ такомъ случаѣ въ камень вмѣстѣ съ полезными для его тверденія силикатами, будетъ вводиться слишкомъ много постороннихъ примѣсей, которыя вообще не будучи по своимъ свойствамъ одинаковы съ кварцевымъ пескомъ, могутъ вредно вліять на крѣпкость песчано-известковаго камня.

Кварцевый песокъ съ примѣсью кремнекислыхъ соединений, способныхъ соединяться съ известью, и при томъ въ пропорціи, нужной для полного поглощенія извести, примѣшиваемой къ песку при фабрикаціи камня, если и можетъ встрѣчаться въ природѣ, то во всякомъ случаѣ далеко не повсемѣстно, на нахождение его можно смотрѣть какъ на счастливую случайность.

Вѣроятно эти обстоятельства и навели на мысль новѣйшихъ изобрѣтателей способъ изготовленія песчано-известковаго камня воспользоваться для полученія известковыхъ силикатовъ тѣмъ кремнеземомъ, который заключается въ самомъ пескѣ.

Такую мысль нельзя было бы не назвать весьма остроумною, если бы только она не противорѣчила свойствамъ кристаллическаго кремнезема.

Дѣйствительно, кристаллическій кремнеземъ или кремневая кислота  $\text{SiO}_2$ , каковою является кварцевый песокъ, употребляемый для изготовленія камня, можетъ вступать въ соединеніе съ известью, т. е. съ окисью кальція  $\text{CaO}$  только при весьма высокихъ температурахъ, т. е. *при сплавленіи*, современные же изобрѣтатели способъ изготовленія песчано-известковыхъ камней довольствуются только пропариваніемъ ихъ при сравнительно невысокой температурѣ.

Первымъ, кто впалъ въ эту ошибку, былъ извѣстный Wilhelm Michaëlis. Путемъ лабораторныхъ опытовъ онъ нашелъ, что, если смѣшать песокъ или иное кремнекислое соединеніе съ 10 — 40% гидрата извести, барита или стронція и подвергнуть эту смѣсь, въ теченіи нѣсколькихъ часовъ, дѣйствию пара высокаго давленія, при температурѣ 130—300°, то получается плотная твердая масса, подобная камню. Эту массу Михаэлисъ и принялъ за гидросиликатъ извести, барита или стронція.

На своемъ открытіи Михаэлисъ построилъ особый способъ изготовленія песчано-известковаго камня, на который и получилъ

5 октября 1880 года привилегію въ Германіи (патентъ № 14195). Вотъ въ какихъ выраженіяхъ высказана сущность привилегіи Михаэлиса.

«Verfahren zur Erzeugung von Kunstsandsteinen durch Einwirkung von hohgespannten Dämpfen auf Gemenge von Kalk-oder Baryt-oder Strhontianerdehydrat mit Sand oder Kieselsäurehaltigen Mineralien bei temperaturen von 130—300° in dazu geeigneten Apparaten».

Михаэлису не удалось, однако, осуществить своего изобрѣтенія на практикѣ въ срокъ, обусловленный германскими законами о привилегіяхъ, а потому оно сдѣлалось общимъ достояніемъ.

Каковы бы ни были причины явленія, замѣченаго Михаэлисомъ, фактъ остается фактомъ: изъ песка и извести подъ дѣйстіемъ пара высокаго давленія образуется плотный, крѣпкій камень. Такимъ образомъ задача выдѣлки искусственнаго песчаника, въ формѣ ли кирпича или какой-либо иной, благополучно разрѣшилась.

Однако, не смотря на это, дѣло фабрикаціи искусственнаго камня по ставшему общедоступнымъ способу Михаэлиса впередъ не подвинулась: заводовъ для выдѣлки такого камня построено не было.

Чѣмъ это объяснялось, сказать теперь довольно трудно; можетъ быть не удавалось воспроизвести въ большомъ масштабѣ то, что удачно дѣлалось въ лабораторіи, можетъ быть способъ Михаэлиса не внушалъ довѣрія въ образованныхъ техникахъ, такъ какъ идея его—полученіе известковыхъ силикатовъ за счетъ кристаллическаго кремнезема при сравнительно низкихъ температурахъ и давленіяхъ—явно противорѣчила твердо установленнымъ свойствамъ кремнезема. При отсутствіи же довѣрія къ этому способу, очевидно, не могло быть желанія рисковать деньгами на слишкомъ дорогіе заводскіе опыты.

Но какъ бы то ни было выдача привилегіи Михаэлису не пропала безслѣдно, вслѣдъ за нимъ появились новые изобрѣтатели и вопросъ объ изготовленіи песчано-известковаго камня сталъ все болѣе и болѣе выясняться, а въ настоящее время сталъ уже близокъ къ широкому практическому осуществленію.

Ввиду того интереса, какой, безспорно, представляетъ собою вопросъ о песчано-известковомъ камнѣ, я позволю себѣ нѣсколько подробнѣе остановиться на историческомъ ходѣ разработки способовъ его изготовленія. При этомъ рельефнѣе обрисуются и заслуги отдѣльныхъ лицъ, способствовавшихъ выясненію вопроса.

Первоначально изобрѣтатели способовъ изготовленія песчано-известкового камня для возможности образованія известковыхъ силикатовъ считали безусловно необходимымъ вводить въ камень такія вещества, которыя, по ихъ мнѣнію, содержали въ себѣ аморфный кремнеземъ или какія либо его соединенія, способныя вступать въ дальнѣйшія соединенія съ известью, и притомъ довольствовались возможностью образованія известковыхъ силикатовъ на поверхности камня, полагая что прочная, нерастворимая въ водѣ внѣшняя корочка уже въ значительной степени обезпечитъ камень отъ разрушенія его атмосферными дѣятелями.

9 мая 1882 года въ Германіи была выдана привиллегія (патентъ № 20890) Cressy & C<sup>o</sup>. Сущность этой привиллегіи выражена такъ:

«Das Verfahren der Herstellung Künstlicher Steine aus Kalk und Silicaten, das sich namentlich dadurch charakterisirt, dass die geformten Blöcke, nachdem sie sich gesetzt haben, während längerer Zeit dauernd der Einwirkung von Wasser, das nicht ganz bis auf 100° erhitzt ist und auch Kalk in Lösung enthalten kann, ausgesetzt werden, um eine Deckschicht aus kieselsaurem Kalk oder Calciumhydrosilicat auf den Steinen zu bilden».

Кресси въ качествѣ сырыхъ матеріаловъ для изготовленія камня предлагаетъ пользоваться гашеною или негашеною известью и пескомъ, измельченнымъ кварцемъ или какими-либо силикатами, лишь бы въ нихъ заключался готовый уже аморфный кремнеземъ или онъ могъ бы быть переведенъ въ это состояніе. По ихъ мнѣнію, наивыгоднѣйшею пропорціею составныхъ частей должна быть такая: песку — 70—80%, аморфнаго кремнезема или силикатовъ (напр. обожженной глины) — 10%, извести — 10%, воды — 10%.

Въ случаѣ употребленія извести негашеной, она гасится послѣ смѣшенія ея съ пескомъ. Къ смѣси прибавляется столько воды, сколько надо для приданія ей пластичности. Изъ этой смѣси прессуются камни. Спрессованные камни оставляютъ лежать на воздухѣ въ теченіи 3—10 дней, а затѣмъ помѣщаютъ ихъ въ резервуаръ съ известковою водою, которая подогрѣвается до 95°. Послѣ 2—6 дневнаго пребыванія въ водѣ, на поверхности камней образуется корочка изъ кремнекислой извести, которая дѣлаетъ камни настолько уже крѣпкими, что ихъ можно употреблять въ кладку.

Присутствіе достаточнаго количества аморфнаго кремнезема въ

смѣси песка съ известью, или, выражаясь правильноѣе, присутствіе въ этой смѣси такихъ силикатовъ, которые могутъ вступать въ соединеніе съ известью, очевидно, должно было обезпечивать затвердѣніе съ теченіемъ времени не только внѣшней корочки, но и внутренней массы.

По способу Кресси пробовали дѣлать большіе штучные камни и получали хорошіе результаты; что же касается кирпича, то изготовленіе его оказалось невыгоднымъ. Впослѣдствіи привиллегія на этотъ способъ, какъ не осуществленный на практикѣ, была отмѣнена.

Затѣмъ, за Кресси, привиллегію на способъ изготовленія песчано-известкового камня получилъ въ Германіи Dr. Zernikow (патентъ № 29698). 25 іюня 1885 года ему же была выдана привиллегія на усовершенствованіе его первоначальнаго способа (патентъ № 34862).

Сущность этого способа заключается въ слѣдующемъ: берется смѣсь изъ песку и измельченной негашеной извести съ прибавкою цемьянки и укладывается въ прочныя металлическія формы. Наполненные формы складываются другъ на друга въ вертикальный герметически запирающійся котель, въ который пускается водяной паръ, имѣющій давленіе болѣе 2 атмосферъ. Подъ вліяніемъ пара негашеная известь гасится. Не имѣя возможности при этомъ, благодаря крѣпости формъ, расширяться, она сильно уплотняетъ смѣсь. При болѣе или менѣе продолжительномъ дѣйствіи пара происходитъ полное гашеніе, а затѣмъ и тверденіе извести, причемъ часть ея переходитъ въ силикаты, благодаря присутствію цемьянокъ.

Этотъ способъ и всѣ дальнѣйшія его усовершенствованія тоже не нашли практическаго примѣненія, ввиду неудобства обращенія со множествомъ формъ; тѣмъ не менѣе онъ сослужилъ свою службу, указавъ на серьезное значеніе уплотненія смѣси, хотя приѣмъ, которымъ это уплотненіе достигалось, и не заслуживаетъ подражанія.

5 сентября 1891 года была выдана въ Германіи привиллегія (патентъ № 76246) S. Neffgen'у на усовершенствованіе способа Кресси, заключавшееся въ томъ, что вывариваніе камня въ водѣ было замѣнено нагрѣваніемъ его во влажномъ воздухѣ при температурѣ не выше 100°.

Сущность способа Неффгена выражена въ привиллегіи такъ:

«Ein Verfahren zum Erhärten von Kalk-Sand-Ziegeln und dergl. unter Benutzung des durch Patent № 20890 geschützten Verfahrens, dadurch gekennzeichnet, dass die Formstücke, nachdem sie sich ge-

setzt haben, der Einwirkung von erwärmtter feuchter Luft, deren Temperatur immer etwas unter 100° C. bleiben muss, angesetzt werden, und das die Luft ihre Feuchtigkeit aus dem in den Formstücken vorhandenen Wasser oder aus einem mit Wasser gefüllten Gefäss aufnimmt, wodurch erreicht wird, dass sich unter dem Einfluss des verdampften Wassers auf dem Material der Formstücke eine aus kieselsaurem Kalk oder Calciumhydrosilicat bestehende harte Deckchicht bildet».

Неффгену удалось продать свой способъ фирмѣ Becker & Klee въ Кельнѣ.

Первые опыты изготовленія кирпича по этому способу сопровождались полною неудачею, но это не смутило богатую фирму и она занялась дальнѣйшимъ усовершенствованіемъ этого способа. Существеннымъ усовершенствованіемъ явилось введеніе сильнаго прессованія кирпича при его формовкѣ, помощью специально для того построенныхъ машинъ. Весьма вѣроятно, что идея ввести такое прессованіе была заимствована у Zernikow'a. Я дѣлаю это предположеніе на томъ основаніи, что вмѣстѣ съ сильнымъ уплотненіемъ массы, котораго достигалъ Zernikow при помощи гашенія въ формахъ смѣси изъ песка и измельченной негашеной извести, Беккеръ и Клее позаимствовали у него и употребленіе измельченной негашеной извести. Въ способѣ Zernikow'a работа на измельченіе негашеной извести имѣла свой смыслъ, она не пропадала даромъ, а возмѣщалась при гашеніи извести сильнымъ уплотненіемъ смѣси въ формахъ, уже не требовавшимъ никакой новой затраты механической силы; у Беккера же и Клее работа, затрачиваемая на измельченіе негашеной извести, пропадаетъ совершенно даромъ.

По мнѣнію Беккеръ и Клее теплота, развивающаяся при гашеніи извести, тщательно перемѣшаной съ пескомъ, способствуетъ образованію известковыхъ силикатовъ за счетъ кристаллическаго кремнезема песка. Въ дѣйствительности же, какъ увидимъ ниже, никакихъ силикатовъ при этомъ не образуется, а потому измоль негашеной извести является не только совершенно ненужною, но и дорогою и вредною для мастеровыхъ работою. Вредъ этого измола заключается въ томъ, что при немъ образуется масса тончайшей ѣдкой пыли, которая попадаетъ въ глаза и въ легкія. Рабочіе на всѣхъ заводахъ, пользующихся способомъ Беккеръ и Клее, работаютъ съ завязанными ротомъ и носомъ.

Со введеніемъ этихъ дополненій, способъ Неффгена, какъ купленный у него фирмою Беккеръ и Клее въ Кельнѣ, нынѣ сталь извѣстепъ подь названіемъ способа Беккера и Клее и заключается теперъ въ слѣдующемъ: измельченная известь, предпочтительно гидравлическая, измалывается въ мельчайшій порошокъ, смѣшивается съ пескомъ и подвергается дѣйствию пара, вслѣдствіе чего происходитъ гашеніе извести. Нѣсколько вылежавшаяся смѣсь поступаетъ въ прессы. Сформованный кирпичъ складывается на вагонетки и перевозится въ особыя камеры, гдѣ и подвергается въ теченіи 2—3 дней дѣйствию пара низкаго давленія.

Получаемый продуктъ имѣетъ всѣ свойства хорошаго строевого камня, но, какъ заключающій въ себѣ свободную известь, не можетъ быть признанъ вполнѣ прочнымъ, невывѣтривающимся. Это послѣднѣе обстоятельство, теперъ всѣми уже признанное, побудило фирму Беккеръ и Клее принять противъ этого нѣкоторыя мѣры, рѣчь о которыхъ будетъ впереди. Въ настоящее время по способу Беккера и Клее уже работаютъ въ Германіи нѣсколько небольшихъ заводовъ и только что построены большой новый близъ Рюдерсдорфа.

Неффгенъ, успѣвшій получить привиллегію на ставшій общедоступнымъ способъ Кресси, подь видомъ его усовершенствованія, заключавшагося въ замѣнѣ воды влажнымъ воздухомъ, сведшейся вполнѣдствіи къ употребленію пара низкаго давленія, нашелъ себѣ послѣдователя въ лицѣ J. Pfeiffer'a, сумѣвшато получить привиллегію (патентъ № 82785 отъ 28 іюня 1894 г.) на способъ Махаэлиса, благодаря введенію несущественной детали. Въ способъ Михаэлиса твердѣніе песчано-известковаго камня обусловливается дѣйствиемъ на него водяного пара высокаго давленія, причемъ способъ образованія этого пара, на процессъ твердѣнія, очевидно, вліянія имѣть не можетъ. Тѣмъ не менѣе введеніе особаго способа образованія пара послужило основаніемъ для выдачи Пфейфферу привиллегіи не на новый способъ парообразованія, а на способъ изготовленія песчано-известковаго камня. Дѣйствительно, сущность привиллегіи Пфейффера выражена такъ:

«Verfahren zur Herstellung von Künstlichem Sandstein, dadurch gekennzeichnet, dass man die beim Löschen des Kalkes, welcher für die nächste Mörtelbereitung benöthigt wird, entstehende Wärme und Dampfspannung in geschlossenen Behältern auf die aus Mörtel hergestellten Gegenstände einwirken lässt».

Способъ Пфейффера заключался въ слѣдующемъ: гашеная известь смѣшивается съ пескомъ, изъ смѣси формируются камни, складываются на вагонетки и отвозятся въ герметически запирающійся горизонтальный котель, на днѣ котораго насыпана негашеная известь, въ количествѣ необходимомъ для изготовления слѣдующей порціи камня. По вводѣ вагонетокъ, котель запирается и въ него вводится по особой трубѣ вода, смачивающая негашеную известь. При гашеніи извести выдѣляется теплота, обращающая часть воды въ парь болѣе или менѣе высокаго давленія.

Привиллегія Пфейффера была куплена у него инж. Ольшевскимъ въ Берлинѣ.

При первыхъ же опытахъ примѣненія способа Пфейффера оказалось, какъ и слѣдовало ожидать, что пара, образующагося за счетъ теплоты, выдѣляемой при гашеніи извести, далеко недостаточно для поддержанія въ котлѣ давленія въ 8—10 атмосферъ въ теченіи 10—12 часовъ. Пришлось брать парь со стороны.

Казалось бы, что послѣ того какъ выяснилось это обстоятельство, способъ Пфейффера, заключавшійся исключительно въ утилизаціи теплоты гашенія извести, долженъ бы былъ быть признаннымъ несостоятельнымъ, а привиллегія на него отмѣнена, но этого удалось избѣжать полученіемъ новаго патента (№ 108245) на усовершенствованіе способа Пфейффера (патентъ 82785). Въ текстѣ новой привиллегіи это усовершенствованіе выражено такъ:

«Eine Ausführungsart des durch Patent № 82785 geschützten Verfahrens zur Herstellung von künstlichen Sandstein, dadurch gekennzeichnet, dass das für das Löschen des Kalkes erforderliche Wasser nicht als solches, sondern in Form niedrig gespannten Dampfes eingeführt wird».

По новому способу работа ведется такъ: негашеная известь насыпается въ особыя корыта, устраиваемыя въ нижней части вагонетокъ, служащихъ для нагрузки камня. По вводѣ вагонетокъ въ котель, въ него пускается парь. Парь этотъ частью конденсируется на холодномъ камнѣ, конденсаціонная вода стекаетъ съ кирпича и, благодаря продыравленной платформѣ, на которой онъ лежитъ, падаетъ на известь. Вслѣдствіе притока воды, а частью за счетъ пара, вводимаго въ котель со стороны, лежащая въ корытахъ известь гасится, развивающаяся при этомъ теплота поддерживаетъ температуру и давленіе пара.



Только что сформованный камень содержитъ въ себѣ около 8% по вѣсу воды. Со введеніемъ этого камня въ атмосферу пара, заключающаяся въ камнѣ вода начинаетъ быстро испаряться и разрушаетъ его; камень часто разсыпается.

Это побудило Ольшевскаго ввести предварительную передъ пропариваніемъ сушку кирпича въ воздухѣ, лишенномъ углекислоты, что составило предметъ особой его привилегіи.

Въ дѣйствительности, если предварительная сушка кирпича гдѣ либо и производится, то никакихъ мѣръ къ освобожденію воздуха отъ углекислоты не принимается.

Ввиду этого, германская привилегія на эту сушку, которую Ольшевскій выставялъ какъ существенную часть всего процесса, 6 Окт. 1899 г. была отмѣнена.

Гашеніе извести въ томъ самомъ котлѣ, въ которомъ производится и пропариваніе камня, далеко неравномѣрно, а главное известь увлажняется въ гораздо бѣльшей степени, чѣмъ это нужно для формованія камня.

Это обстоятельство побудило Ольшевскаго отказаться отъ гашенія извести въ тѣхъ же котлахъ, въ которыхъ производится пропариваніе камня. Теперь онъ пользуется способомъ гашенья, изобрѣтеннымъ R. Jäger'омъ (патентъ № 109555). Способъ этотъ заключается въ слѣдующемъ: негашеная известь насыпается въ желѣзный цилиндръ, вращающійся на полой оси. Цилиндръ герметически запирается и въ него впускается черезъ ось нужное для гашенія извести количество воды. Послѣ этого цилиндръ приводится во вращеніе. Черезъ  $\frac{1}{2}$ —1 часъ изъ котла выгружается вполнѣ погасившаяся известь совершенно опредѣленной влажности.

Со введеніемъ этого способа гашенія извести отъ способа Пфейффера, въ сущности, ничего уже не осталось, тѣмъ не менѣе Ольшевскій продолжаетъ эксплуатировать германскіе патенты за № 82785 и 108245. Ольшевскій испрашивалъ привилегію на способъ изготовленія песчано-известковаго камня и въ Россіи, но въ этомъ ему было отказано.

Это обстоятельство не помѣшало, однако, Ольшевскому продать свой способъ въ Россіи, гдѣ и успѣло уже возникнуть нѣсколько заводовъ песчано-известковаго кирпича.

Успѣхъ Неффгена и Пфейффера, успѣвшихъ такъ удачно ути-

лизировать изобрѣтенія Кресси и Михаэлиса, долженъ былъ побудить и другихъ изобрѣтателей заняться усовершенствованіями извѣстныхъ уже способовъ изготовленія песчано-известковаго камня съ цѣлью полученія на нихъ привилегій. Ничѣмъ инымъ, какъ только желаніемъ во что бы то ни стало получить привилегію, можно объяснить себѣ появленіе на свѣтъ такихъ способовъ, каковъ способъ Клебера, на который въ Германіи выданъ патентъ № 103777. Сущность этого способа выражена такъ:

«Verfahren zur Herstellung von Kalksandsteinen mittelst Druckessels und überhitzten Wasserdampfes, dadurch gekennzeichnet, dass das aus ungelöschtem Kalkpulver, Sand und dergleichen bestehende Gemenge der Steinmasse mit verdünnter Salzsäure (etwa 5—10 p. Ct.) gelöscht wird».

Способъ Клебера занимаетъ среднее мѣсто между способами Беккеръ и Клее и Ольшевскаго или, правильнѣе, между способами Неффгена и Пфейффера. Заключается онъ въ слѣдующемъ: песокъ смѣшивается съ измолотою негашеною известью, смѣсь смачивается 5—10% растворомъ соляной кислоты, вылеживается и поступаетъ въ прессы. Сформованный кирпичъ на вагонеткахъ отвозится въ желѣзные герметически запирающіеся котлы и подвергается въ теченіи 8—10 часовъ дѣйствию пара высокаго давленія. По мнѣнію изобрѣтателя, введеніе соленой кислоты способствуетъ лучшему гашенію извести и образованію силикатовъ.

24 іюля 1899 года на способъ Клебера была выдана привиллегія и въ Россіи (№ 2392). Предметъ этой привиллегіи выраженъ такъ:

«1) Способъ приготовленія кирпича, характеризующійся тѣмъ, что кирпичъ формуется изъ массы, состоящей изъ толченой жженой извести съ пескомъ или кварцомъ, обработанной соляной кислотой, и затѣмъ подвергается въ закрытомъ котлѣ дѣйствию перегрѣтаго пара высокаго давленія.

2) Видоизмѣненіе означеннаго въ п. 1-мъ способа, характеризующееся тѣмъ, что кирпичъ формуется только изъ извести и песку и, спустя нѣсколько дней подвергается дѣйствию паровъ соляной кислоты подъ высокимъ давленіемъ».

Въ описанія этого видоизложенія между прочимъ сказано: *«соляная кислота наливается для этого прямо въ котелъ и превращается тамъ въ паръ»*.

Для того чтобы по достоинству оцѣнить способъ Клебера, достаточно разобраться въ только что приведенномъ текстѣ предмета его русской привиллегіи.

Согласно п. 1-му, Клеберъ предлагаетъ пользоваться соляною кислотою для обработки смѣси изъ толченой жженой извести и песку передъ формовкою изъ нея кирпича, а по п. 2-му предлагаетъ пользоваться тою же кислотою для обработки кирпича, уже сформованнаго «только изъ извести и песку» \*), причемъ не сказано, какова должна быть въ послѣднемъ случаѣ известь негашеная или гашеная. Слѣдуетъ, однако, думать, что известь должна быть гашеная, въ силу такихъ соображеній: 1) для возможности формовки кирпича смѣсь должна обладать нѣкоторою пластичностью, что можетъ быть достигнуто только путемъ ея увлаженія. Если же начать увлажнять смѣсь песку съ известью негашеною, то сперва произойдетъ гашеніе и соотвѣтственное увеличеніе объема и пока вся известь не погасится смѣсь не станетъ влажною. 2) Если бы удалось сформовать кирпичи изъ песку и негашеной извести, то, при обработкѣ его паромъ, непременно должно было бы произойти гашеніе извести, причемъ связанное съ этимъ гашеніемъ увеличеніе ея объема должно было бы разрушать кирпичъ, обращать его въ порошокъ. Судя по описанію способа Клебера, приведенному въ текстѣ германскаго патента и обнимающаго только п. 1 патента русскаго, введеніе соляной кислоты въ процессъ изготовленія песчано-известковаго камня имѣетъ цѣлью достиженіе какого то особеннаго гашенія извести, результатомъ котораго является гидратъ извести большого удѣльнаго вѣса.

Дѣйствительно, вотъ что говоритъ Клеберъ въ своемъ описаніи:

«Das Wesen der vorliegenden Erfindung besteht in der Verwendung eines Hydrates von hohem Raumgewicht. Dasselbe wird erhalten durch Zerlegen des Löschprozesses in verschiedene Abschnitte, durch Zugeben des zum Löschen erforderlichen Wassers in verschiedenen Mengen zu verschiedenen Zeiten. Es wird also vorerst ungenügend gelöschter Kalk dargestellt, der beim späteren Anmachen mit Wasser eine plastische Masse giebt, welche relativ wenig Wasser enthält. Der ungenügend gelöschte Kalk zeigt aber diese Eigenschaft

---

\*) Этимъ „только“, очевидно исключается соляная кислота.

nur, wenn die ganze Masse durch und durch gleichmässig ist, d. h. wenn jedes Partikelchen gleichmässig ungelöschter Kalk ist, vom chemischen Standpunkt aus betrachtet vielleicht ein Halb-, Drittel- oder Viertelhydrat, also ein Hydrat, welches nur ein Viertel oder Drittel so viel Wasser enthält, als zur vollständigen Hydratbildung nöthig ist. Die Bildung eines solchen Körpers war bisher unbekannt; sie kann aber auch nur erzielt werden, wenn man Mittel und Wege kennt, den Löschprocess des Kalkes zu beschleunigen und sicher durchzuführen. Als solche Mittel sind durch die Literatur Chlorcalcium oder ähnliche Salze bekannt geworden, aber praktisch noch nicht verwandt. Unbekannt war jedoch, dass die Salzsäure den gewünschten Effect in hohem Masse bewirkt. Es scheint naheliegend zu sein, anzunehmen, dass Chlorcalcium und Salzsäure die gleiche Wirkung ausüben; doch haben systematisch angestellte Versuche gezeigt, dass Salzsäure eine intensivere Wirkung hat als Chlorcalcium. . . . .

. . . . .

Mein Erfindung beruht darauf, durch den eigenartigen Löschungsprocess mit Salzsäure ein formbares Material zu erzielen, welches kein überflüssiges Wasser enthält.»

Въ заключеніе, перечисляя преимущества своего способа, Клеберъ приводитъ и такія:

2) darin, dass die Salzsäure den Löschprozess sofort einleitet und ihn in einer anfallend Kurzen Frist gleichmässig durch die ganze Masse beendet, wahrscheinlich unter Bildung von Doppelverbindungen von Kalkoxydhydrat und Calciumchlorid, welche beim weiteren Anfeuchten krystallisiren;

5) in raschen Silicatbildung;

7) in der schon durch die Art des Löschens bedingten Silicatbildung.

Приведенными словами самого Клебера, кажется, достаточно ясно обрисовано кажущееся ему значеніе соляной кислоты въ процессъ тверденія камня: она должна давать какую то особенную гашеную известь большого удѣльнаго вѣса, необходимую для крѣпости камня. Второй же пунктъ русской привиллегіи идетъ совершенно въ разрѣзъ со всѣми этими соображеніями, такъ какъ соляная кислота употребляется для обработки камня въ то время, когда заключающаяся въ немъ известь уже давнымъ давно погашена.

Клеберъ не даетъ никакихъ указаній на то, какой же его способъ, изложенный ли въ п. 1-мъ или во 2-мъ даетъ лучшіе результаты. Если допустить, что избраніе того или другого способа на окончательный результатъ не вліяетъ, то въ такомъ случаѣ, очевидно, должны отпадать всѣ соображенія Клебера о вліяніи соляной кислоты на гашеніе и этого гашенія на качество камня. Если же дѣйствительно соляная кислота при этомъ не причесть, то какую же роль она можетъ играть при приготовленіи камня? На этотъ вопросъ въ нѣмецкой литературѣ никакихъ указаній со стороны Клебера не имѣется. Равнымъ образомъ объ этомъ ничего не сказано и въ русской брошюрѣ-рекламѣ \*), изданной въ 1899 году въ г. Кіевѣ представителями Клебера Генри Смитъ и К<sup>о</sup>.

Ввиду этихъ обстоятельствъ, а равно характера объясненій, данныхъ Клеберомъ въ описаніи его изобрѣтенія \*\*) нельзя не согласиться съ мнѣніемъ R. E. Oswald'a, высказаннымъ имъ на общемъ собраніи Deutscher Ziegler- und Kalkbrenner Verein 20 февр. 1900 г. «Die Idee des Herren Kleber Zalzsäure für die Kalksandsteinfabrication zu verwenden, ist nur daraus zu erklären, dass ihm chemische Kenntnisse sehr fern liegen....»

Дѣйствительно, чѣмъ же какъ не полнымъ невѣжествомъ въ вопросахъ химіи можно объяснить себѣ предположеніе Клебера о возможности образованія какихъ то половинныхъ, третнихъ или четвертныхъ гидратовъ кальція.

Далѣе Oswald въ своей рѣчи приводитъ такіа слова «Herr Kleber hat sich nach einreihung des Patentes wohl von seinen Irrtum überzeugt, aber aus geschäftlichen Gründen denselben nicht anerkannt.

... Ich erinnere an die drastische Bemerkang des Herren Direktor Schumacher, Dorsten, der in Gegenwart des Herren Kleber im

---

\*) „Новый высоко-доходный промыселъ!

Производство кирпича и другихъ, произвольной формы предметовъ изъ извести и песка по способу Клебера

Русск. патентъ за № 2392

привиллегія заявлена во всѣхъ государствахъ“.

\*\*) „Es ist für den Fachchemiker, der der Sache näher tritt, befremdlich, dass ein Patent wie das Kleber'sche D. R. P. № 103717 erteilt, und diese Patentschrift, die sich von Anfang bis Ende aus unzutreffenden Behauptungen zusammensetzt, dem Druck übergeben werden konnte“. — См. Thonindustrie-Zeitung 1900, № 48, S. 677.

Vorigen Jahre erklärte, er wisse, das in Budenheim, der Kleber'schen Stammfabrik, seit 3 Jahren keine Salzsäure mehr verwandt werde und er halte deren Anpreisung für dummes Zeug» \*).

Дѣйствительно, согласно произведеннымъ въ химической испытательной станціи Инст. Инж. Путей Сообщенія анализамъ, въ кирпичахъ Клебера никакихъ слѣдовъ соляной кислоты не найдено, что и можетъ служить подтвержденіемъ словъ Шумахера о томъ, что въ дѣйствительности Клеберъ соляной кислоты давно уже не употребляетъ.

Употребленіе соляной кислоты при производствѣ песчано-известкового камня кромѣ полной ея бесполезности должно быть нетолько неэкономичнымъ, но и вреднымъ. Дѣйствительно, кромѣ расхода на соляную кислоту, напрасно расходуется и известь на образованіе совершенно ненужнаго въ камнѣ хлористаго кальція.

Вслѣдствіе большой гигроскопичности хлористаго кальція Клеберовскій камень долженъ впитывать въ себя воду, терять пористость, становиться теплопроводнымъ, однимъ словомъ, дѣлаться негоднымъ для постройки жилыхъ зданій.

Наливаніе же соляной кислоты прямо въ котель, какъ это рекомендуетъ Клеберъ въ своемъ русскомъ патентѣ, является прямо таки абсурдомъ, такъ какъ соляная кислота должна разѣдать желѣзо.

Послѣ всего сказаннаго выше, кажется, нельзя не придти къ заключенію, что введеніе соляной кислоты, сдѣланное Клеберомъ по незнакомству съ химією при искреннемъ желаніи улучшить качества камня, если и оказалось полезнымъ, то не для камня, а для самого Клебера, какъ послужившее ему средствомъ заручиться привиллегією.

Изъ вышеприведеннаго описанія способовъ фабрикаціи песчано-известкового камня, эксплуатируемыхъ въ Германіи, ясно видно, что всѣ они являются искусственными извращеніями способа Михаэлиса.

Дѣйствительно, Михаэлисъ открылъ замѣчательное свойство водяного пара, въ силу котораго твердѣніе (а не простое высыханіе) въ немъ известкового раствора совершается значительно быстрѣе чѣмъ на воздухѣ и на этомъ основалъ свой способъ—пропариваніе песчано-известкового камня.

---

\*) Thonindustrie Zeitung. Стр. 667 и 678, 12 Ап. 1900 № 48.

Что же существеннаго внесли въ этотъ способъ Ольшевскій (Пейфферъ) Беккеръ и Клее (Неффгенъ) и Клеберъ?

Ольшевскій ввелъ гашеніе извести конденсаціонною водою и предварительную сушку въ воздухѣ лишенномъ углекислоты. Но можно ли это считать существеннымъ, послѣ того какъ стало извѣстнымъ, что теперь известь гасится въ особыхъ резервуарахъ, а воздухъ, употребляемый для сушки, не освобождается отъ углекислоты?

Беккеръ и Клее (Неффгенъ) ввели негашенную известь и пропариваніе при низкомъ давленіи, но зато болѣе продолжительное.

Введеніе негашеной извести, въ связи съ ея измолотъ, является ничѣмъ инымъ какъ абсурдомъ, только удорожающимъ производство и дѣлающимъ его вреднымъ для рабочихъ.

Дѣйствительно, какъ же не признать за абсурдъ введеніе искусственнаго измельченія негашеной извести передъ ея гашеніемъ, когда при этомъ гашеніи она сама собою, безъ всякой затраты работы, обращается въ самый тончайшій порошокъ?

Введеніе низкаго давленія пара могло бы еще имѣть существенное значеніе, если бы оно не сопровождалось удлиненіемъ срока пропариванія, нужнаго для затвердѣнія камня, съ 8—10 часовъ до 2—3 дней.

Клеберъ ввелъ тоже негашеную известь и ни къ чему ненужную соляную кислоту, которою, какъ оказывается, въ дѣйствительности онъ и не пользуется.

Если Ольшевскій въ дѣйствительности не пользуется просушкою камня въ воздухѣ, лишенномъ углекислоты, а Клеберъ не пользуется соляною кислотою, то, въ сущности, ихъ способовъ нѣтъ, остается только способъ Михаэлиса, причѣмъ въ рукахъ Ольшевскаго онъ является въ чистомъ своемъ видѣ, а у Клебера въ ухудшенномъ, благодаря употребленію негашеной извести.

Если, однако, ни Беккеръ и Клее, ни Ольшевскій, ни Клеберъ ничего существеннаго не внесли въ самый способъ Михаэлиса, то все же нельзя не признать за ними одной большой заслуги—они вытащили этотъ способъ изъ праха забвенія и такъ или иначе ввели его въ жизнь.

При благоприятныхъ условіяхъ камень, изготовленный по тому или другому изъ перечисленныхъ выше способовъ, одинаково обладаетъ всѣми качествами прекраснаго строительнаго матеріала, но,

какъ и слѣдовало ожидать, основываясь на свойствахъ кристаллическаго кремнезема и гидрата кальція, не обладаетъ необходимою прочностью.

Объясняется это весьма просто: при температурѣ пропариванія известковые силикаты, вопреки желанію изобрѣтателей, не образуются, известь остается такою же самою, какою она была и до пропариванія, т. е. способною размягаться водою и въ размягченномъ состояніи обладающею малою силою сцѣпленія частицъ.

Путемъ химическаго анализа нетрудно убѣдиться въ томъ, что пропареный песчано-известковый камень или вовсе не содержитъ въ себѣ известковыхъ силикатовъ или содержитъ ихъ весьма мало. Дѣйствительно, кипяченіемъ песчано-известковаго камня съ содою, нетрудно выдѣлать изъ него весь тотъ аморфный кремнеземъ, который заключается въ силикатахъ. Сравнивъ это количество аморфнаго кремнезема съ тѣмъ, которое должно было бы получиться въ томъ случаѣ, еслибы вся заключающаяся въ камнѣ известь перешла въ силикатъ, нетрудно замѣтить, что между этими количествами существуетъ огромная разница.

По опытамъ, произведеннымъ въ химической испытательной станціи Инст. Инж. П. С., въ песчано-известковомъ кирпичѣ заграничнаго производства аморфнаго кремнезема оказалось всего 1,6%, тогда какъ, при полной силикатизаціи всей извести, этого кремнезема должно было бы быть не менѣе 10%.

Присутствіе этихъ 1,6% аморфнаго кремнезема не можетъ служить доказательствомъ того, что известь при пропариваніи камня вступала въ соединеніе къ пескомъ. Образование силикатовъ въ искусственномъ камнѣ могло произойти на счетъ тѣхъ глинистыхъ частицъ, которыя обыкновенно заключаются въ пескѣ или могли заключаться въ самой извести.

Несмотря, однако, на то, что известково-песчаный камень, извлекающійся въ формѣ кирпичей, не содержитъ въ себѣ силикатовъ, онъ получилъ у насъ названіе силикатнаго кирпича.

Какъ это ни странно, теоретическая несостоятельность силикатнаго кирпича никого особенно не поражала въ Германіи и не помѣшала довольно быстрому распространенію его фабрикаціи. Въ послѣдніе годы заводы ошибочно называемаго силикатнымъ кирпичомъ стали возникать и въ Россіи.



По своей вѣшности, плотности, крѣпкости, малой теплопроводности, достаточной огнеупорности такъ называемый силикатный кирпичъ, дѣйствительно, является прекраснымъ матеріаломъ и обладай онъ еще и прочностью, онъ могъ бы стать серьезнымъ и даже опаснымъ конкурентомъ обыкновеннаго глинянаго кирпича, но, къ сожалѣнію, этою то прочностью онъ и не обладаетъ и не можетъ обладать.

Ввиду отсутствія долготѣшняго непосредственнаго испытанія службы кирпича въ сооруженіяхъ, о степени его прочности, главнымъ образомъ о его стойкости противъ мороза, на первыхъ порахъ приходилось судить по даннымъ лабораторныхъ опытовъ замораживанія. Опыты же эти приводили къ различнымъ результатамъ: нѣкоторые кирпичи прекрасно выдерживали 25 кратное замораживаніе въ насыщеномъ водою состояніи, другіе же кирпичи разрушались на 3—4 замораживанія.

Казалось бы, что при такихъ результатахъ опытовъ, вопросъ о прочности силикатнаго кирпича долженъ былъ рѣшаться отрицательно, между тѣмъ восторжествовало противоположное мнѣніе: въ способности нѣкоторыхъ кирпичей выдерживать 25 кратное замораживаніе пожелали видѣть доказательство его прочности, а разрушеніе его послѣ 3—4 замораживаній стали приписывать какимъ-то случайнымъ, невыясненнымъ причинамъ.

Вскорѣ, однако, хотя и кратковременный но за то непосредственный, такъ сказать жизненный опытъ сталъ давать наглядныя доказательства малой прочности песчано известковаго кирпича: онъ сталъ разрушаться отъ мороза.

Это обстоятельство заставило изобрѣтателей и техниковъ серьезно отнестись къ вопросу о прочности такъ называемаго силикатнаго кирпича. И тогда-то было обращено вниманіе на тотъ фактъ, что многократное замораживаніе выдерживали въ лабораторіяхъ тѣ только кирпичи, которые испытывались въ цѣльномъ видѣ, а не разрѣзанные пополамъ.

Чѣмъ же можно объяснить такое явленіе?

Единственною вѣроятною причиною этого явленія слѣдуетъ признать слѣдующее.

Заключающаяся въ искусственномъ камнѣ известь, при болѣе или менѣе продолжительномъ пребываніи послѣдняго на воздухѣ,

поглощаетъ изъ него углекислоту, и на поверхности камня изъ гидрата окиси кальція  $\text{Ca}(\text{HO})_2$  переходитъ въ углекислую соль  $\text{CaCO}_3$ , въ водѣ не растворимую, не размягчающуюся въ ней. Образовавшаяся на поверхности кирпича тонкая корочка углекислой извести и защищаетъ его отъ разрушенія морозомъ.

При распиловкѣ кирпича попалямъ, на немъ образуются новыя поверхности, на которыя углекислота воздуха не успѣла еще подѣйствовать. Не будучи съ этихъ сторонъ защищеннымъ слоемъ углекислой извести, кирпичъ не можетъ противостоятъ морозу. Непосредственныя наблюденія надъ ходомъ разрушенія такъ-называемаго силикатнаго кирпича и показываютъ, что разрушеніе начинается именно съ этихъ вновь образованныхъ поверхностей и затѣмъ постепенно проникаетъ и во внутрь всей массы.

Тонкая корочка углекислой извести, очевидно, не можетъ быть признана вполне надежною защитою кирпича, а потому и самый кирпичъ нельзя считать прочнымъ, какъ это и подтверждается въ дѣйствительности.

Явленіе образованія корочки изъ углекислой извести извѣстно было давно. Она образуется на поверхности штукатурки, на поверхности раствора въ швахъ кладки, могла образовываться и на поверхности силикатнаго кирпича. Процессъ образованія такой корочки идетъ весьма медленно, постепенно замедляется, а затѣмъ и совсѣмъ прекращается, когда толщина корочки достигаетъ 2—3 миллиметровъ. При переходѣ, при обыкновенной температурѣ,  $\text{Ca}(\text{HO})_2$  въ  $\text{CaCO}_3$  (кальцитъ уд. в. 2,72) происходитъ увеличеніе объема, благодаря чему пористость корочки уменьшается, вмѣстѣ съ этимъ затрудняется выходъ воды изъ поръ кирпича и прониканіе туда воздуха. Этимъ обстоятельствомъ объясняется общеизвѣстное явленіе, что известковые растворы въ толстыхъ швахъ кладки весьма медленно высыхаютъ, въ большихъ же толщахъ кладки изъ непористаго камня могутъ сохраняться въ пластичномъ состояніи десятки и сотни лѣтъ.

Отсюда слѣдуетъ заключить, что въ такъ называемомъ силикатномъ кирпичѣ, какъ бы долго ни находился онъ на воздухѣ, заключающаяся въ немъ известь никогда не можетъ обратиться во всей массѣ кирпича въ углекислую, нерастворимую въ водѣ, а слѣдовательно, онъ никогда не можетъ и потерять своей способности разрушаться отъ мороза.

Говоря про искусственный камень, изготовляемый из песка и извести, мы постоянно обращали вниманіе на то, что послѣдняя размягчается въ водѣ и даже растворяется въ ней, а затѣмъ эту размягчаемость и растворяемость стали сопоставлять со способностью камня разрушаться отъ дѣйствія мороза. Посмотримъ, чѣмъ же обуславливается такая зависимость между размягчаемостью и разрушеніемъ отъ мороза.

Разрушеніе камня происходитъ не отъ пониженія его температуры ниже нуля, а отъ расширенія, при замерзаніи, заключающейся въ его порахъ воды. Абсолютно сухой камень отъ мороза разрушаться не станетъ. Что же касается камня сырого или насыщенаго водою, то разрушеніе или неразрушеніе его всецѣло зависитъ отъ силы сдѣвленія между его частицами. Если сдѣвленіе это велико, то онъ разрушаться не будетъ, если сдѣвленіе мало — онъ разрушится.

Въ камнѣ, приготовленномъ изъ песка и воздушной извести, сила сдѣвленія частицъ извести между собою и извести съ пескомъ зависитъ отъ степени влажности извести. При сухости извести связь очень велика, благодаря чему песчано-известковый камень и обладаетъ большою крѣпкостью. Съ увеличеніемъ же влажности извести, связь между частицами уменьшается и можетъ уменьшиться до такой степени, что она не будетъ уже въ силахъ сопротивляться раздвиженію частицъ, обуславливаемому расширеніемъ замерзающей въ порахъ камня воды, и камень разрушится.

Разрушеніе камня отъ мороза обыкновенно происходитъ не сразу, не при первомъ замораживаніи, а послѣ цѣлаго ряда раморазиваній. Объяснить это можно тѣмъ, что замерзающая въ порахъ камня вода не сразу разрушаетъ связь между всѣми частицами камня, отдѣляющими однѣ поры отъ другихъ, а постепенно, по мѣрѣ ея прониканія въ трещинки, образующіяся при каждомъ новомъ замораживаніи.

---

Послѣ всего сказаннаго выше, нельзя не придти къ заключенію, что идея обращенія всей воздушной извести, связывающей зерна песка въ искусственномъ камнѣ, въ кремнекислую, вообще трудно исполнима, идея же пользованія пропариваніемъ и пескомъ, какъ источникомъ кремневой кислоты для образованія известковыхъ сили-

катовъ, является явнымъ абсурдомъ, противорѣчающимъ точно установленнымъ свойствамъ этихъ тѣлъ.

Если при современномъ состояніи техники обращеніе извести, входящей въ составъ искусственныхъ камней, въ кремнекислую оказывается положительно невозможнымъ, то этимъ далеко еще не разрѣшается отрицательно общій вопросъ о возможности изготовленія прочныхъ, неразрушимыхъ морозомъ искусственныхъ песчано-известковыхъ камней.

Дѣйствительно, въ природѣ, кромѣ кварцевыхъ песчаниковъ, т. е. такихъ, въ которыхъ зерна песка связаны какими-либо силикатами, имѣются песчаники известковые, въ которыхъ связывающимъ веществомъ является углекислая известь; гипсовые песчаники, въ которыхъ вяжущимъ веществомъ является гипсъ или сѣрноокислый кальцій, и другіе.

Естественные гипсовые песчаники сравнительно легко разрушаются морозомъ, а потому искусственное ихъ воспроизведеніе не можетъ заслуживать никакого вниманія, что же касается естественныхъ песчаниковъ известковыхъ, то таковые морозъ выдерживаютъ хорошо, а потому искусственное ихъ воспроизведеніе заслуживаетъ полного вниманія.

Идея пользованія углекислотою для приданія извести неразмягчаемости и нерастворимости не нова. Такъ, Негген въ началѣ XIX столѣтія предлагалъ уже слѣдующій способъ изготовленія песчано-известковаго камня. Камень формуется изъ смѣси извести (10—15 частей), песка, измельченнаго песчаника или известковаго камня (60—75 ч.), свинцоваго глѣта (5 ч.) и олифы (5 ч.). Сформованный камень сушится въ особыхъ камерахъ въ постоянно возобновляющемся сухомъ воздухѣ, насыщеномъ углекислотою. Сушка продолжается нѣсколько недѣль.

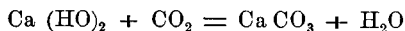
Бернарди, которому впервые пришла идея готовить изъ песку и извести кирпичъ, также рассчитывалъ на углекислоту, какъ на средство приданія ему бѣльшей прочности. Онъ зналъ, что углекислая известь образуется сама собою на поверхности штукатурки и на поверхности известковыхъ растворовъ, а потому, очевидно, должна образовываться и на поверхности песчано-известковыхъ кирпичей, поэтому онъ и рекомендовалъ выдерживать его кирпичъ на воздухѣ въ теченіи гораздо большаго времени, чѣмъ то, которое нужно для одного только высыханія.

Однако, какъ бы долго ни лежалъ песчано-известковый кирпичъ на воздухѣ, толщина слоя образующейся углекислой извести ни въ какомъ случаѣ не можетъ превзойти 1—2, много 3 миллиметровъ. Это объясняется, съ одной стороны, малымъ парціальнымъ давленіемъ атмосферой углекислоты, а съ другой—необходимостью проникать въ кирпичъ черезъ его поры, заполненныя воздухомъ или водою. Отсюда слѣдуетъ, что простое вылеживаніе песчано-известковаго камня на открытомъ воздухѣ ни въ какомъ случаѣ не можетъ служить средствомъ полученія прочныхъ камней. Для прочности камня, очевидно, необходимо всю заключающуюся въ немъ известь обратить въ углекислую, а для этого надо такъ или иначе всю толщю камня насытить углекислотой. Задача эта далеко не легкая, если принять во вниманіе, что на обращеніе всей извести, заключающейся въ 1000 штукахъ кирпича, въ углекислую, необходимо затратить на это около 12 кубич. сажень чистой углекислоты \*).

Ввиду выяснившейся невозможности насыщать песчано-известковый камень во всей его массѣ углекислотою, находящеюся въ воздухѣ, былъ сдѣланъ рядъ попытокъ насыщенія углекислотою, растворенною въ водѣ, углекислотою, находящеюся въ газахъ, выходящихъ изъ известко-обжигательныхъ печей и, наконецъ, чистою углекислотою.

Насыщеніе углекислотою, растворенною въ водѣ, впервые было предложено Avenarius'омъ въ 1893 г., получившимъ на это, какъ на усовершенствованіе способа Zernikow'a, привиллегію въ Германіи (патентъ № 73690).

\*) Реакція обращенія извести въ углекислую происходитъ по такой формулѣ:



$$\text{Атомный вѣсъ Ca (HO)}_2 = 40 + (1 + 16) \times 2 = 74$$

$$\text{» CO}_2 = 12 + 16 \times 2 = 44$$

Слѣдовательно, на 1 граммъ Ca (HO)<sub>2</sub> приходится  $\frac{44}{74} = 0,595$  gr. CO<sub>2</sub>. 1 литръ CO<sub>2</sub> при 0° и 760 мм. давленія вѣситъ 1,9772 gr., а потому 0,595 gr. CO<sub>2</sub> имѣютъ при тѣхъ же условіяхъ объемъ  $\frac{0,595}{1,977} = 0,301$  ltr. Одинъ кирпичъ вѣситъ около 10 фунтовъ, извести въ немъ  $\frac{1}{10}$  часть, т. е. 1 фунтъ или около 400 gr., поэтому на 1 кирпичъ необходимо  $400 \times 0,3 = 120$  ltr., а на 1000 кирпичей 120 куб. метровъ или около 12 куб. саж. чистой углекислоты.

Насыщеніе газами, выходящими изъ известко-обжигательныхъ печей, и чистою углекислотою, добываемою при обжигѣ известняковъ въ ретортахъ, впервые было испытано въ Германіи Westphal'емъ, причемъ оказалось, что полное насыщеніе камня углекислотою, заключающеюся въ газахъ известко-обжигательныхъ печей, можетъ совершаться въ теченіи  $1\frac{1}{2}$ —2 дней, а чистою углекислотою—въ 5—6 часовъ. Въ обоихъ случаяхъ подвергавшіеся насыщенію углекислотою камни помѣщались въ деревянные ящики.

Въ Германіи было выдано нѣсколько привиллегій на способы насыщенія камня углекислотою, причемъ для этого предлагали пользоваться разнаго рода камерами, въ которыхъ можно было бы производить періодическое смачиваніе камня водою или паромъ \*) или разрѣженіе воздуха. Однако, все эти способы не дали никакихъ практическихъ результатовъ и въ настоящее время въ Германіи имѣется всего только два завода, изготовляющихъ камни, насыщенные углекислотою, а именно: 1) Hydrosandsteinwerke Zeyer & C<sup>o</sup> въ Берлинѣ и 2) Kalksandsteinfabrik in Schiltigheim R. Heusch-Kiener въ Страсбургѣ. Первый заводъ изготовляетъ исключительно облицовочные камни и другія т. п. издѣлія, а второй—и кирпичъ.

Оба завода работаютъ мокрымъ способомъ, но какимъ именно—неизвѣстно, такъ какъ они держатъ его въ секретѣ.

Въ послѣднее время, когда достаточно выяснилась невозможность полученія известковыхъ силикатовъ, фирма Беккеръ и Клее, опасаясь оставленія въ кирпичѣ свободной извести, стала пользоваться жидкою углекислотою, впуская ее въ резервуары, въ которыхъ производится переѣшиваніе извести и песка. Пользованіе углекислотою во время приготовленія смѣси, т. е. передъ формованіемъ кирпича, можно объяснить себѣ только стремленіемъ ввести углекислоту во внутрь его массы, однако, такой способъ пользованія углекислотою слѣдуетъ признать далеко не остроумнымъ и вотъ почему. При насыщеніи углекислотою обрабатываемой смѣси песка съ известью, должна получаться углекислая известь въ видѣ тонкаго порошка, а въ такомъ видѣ она не обладаетъ вяжущею способностью. Дѣйствительно, если бы она ею обладала, то для приготовленія растворовъ и песчанаго кирпича можно было бы поль-

---

\*) Совершенно сухая известь не вступаетъ въ соединеніе съ углекислотою.

зоваться измелъченнымъ известнякомъ и не для чего было бы прибѣгать къ его обжигу, сопровождающемуся выдѣленіемъ углекислоты. Поэтому насыщеніе углекислотою части извести, находящейся въ смѣси, должно сопровождаться уменьшеніемъ крѣпкости камня; полное же насыщеніе всей извести должно исключать возможность самаго образованія камня. Судя по тому количеству углекислоты, которое Беккеръ и Клее расходуютъ (10 литровъ жидкой углекислоты на 40—60000 кирпича), очевидно, они довольствуются неполнымъ насыщеніемъ извести, такъ какъ для полного ея насыщенія расходуемой ими углекислоты недостаточно. Благодаря только послѣднему обстоятельству они и получаютъ достаточно твердый камень, но все же заключающій въ себѣ свободную известь, а потому не могущій быть вполне прочнымъ.

Въ указанныхъ выше способахъ, за исключеніемъ способа Беккеръ и Клее, углекислотою пользуются не только какъ средствомъ придать камню прочность, но и какъ средствомъ придать ему крѣпость, т. е. сдѣлать его твердымъ. О послѣднемъ можно судить по тому, что дѣйствию углекислоты подвергаютъ камень, непосредственно вышедшій изъ пресса, слѣдовательно, еще не затвердѣвшій. Въ такомъ камнѣ известь находится въ аморфномъ видѣ и между ея частицами существуетъ сравнительно слабое сдѣпленіе. При переходѣ такой извести въ углекислую, вѣроятно, она сохраняетъ свой видъ и силу сдѣпленія частицъ, а потому насыщеніе камня углекислотою не можетъ сдѣлать его крѣпкимъ.

Пропариваніе песчано-известкового камня, предложеное Михаэлисомъ, какъ показываютъ всѣ основанные на немъ способы, дѣлаетъ камень очень крѣпкимъ. Это старались объяснить образованіемъ силикатовъ, но теперь доказано, что таковыхъ не образуется.

Если же причиною твердѣнья камня не можетъ служить образованіе силикатовъ, то должна быть какая нибудь другая причина и притомъ не химическаго, а физическаго свойства, такъ какъ заключающаяся въ камнѣ известь послѣ пропариванія остается въ видѣ гидрата. Такою физическою причиною, весьма вѣроятно, служитъ переходъ извести изъ аморфнаго состоянія въ кристаллическое, при которомъ между кристаллами возникаетъ сильное сдѣпленіе.

Если подвергнуть дѣйствию углекислоты песчано-известковый камень, въ которомъ уже успѣла произойти такая кристаллизація, то,

весьма возможно, что возникающая при этом углекислая известь будет имѣть тоже кристаллическую форму (того же или иного вида) и сцепленіе между отдѣльными кристаллами будетъ тоже сравнительно большимъ. При переходѣ  $\text{Ca}(\text{HO})_2$  въ  $\text{CaCO}_3$  при высокой температурѣ образуется аррогонитъ (уд. в. 2,95) и происходитъ нѣкоторое уменьшеніе объема \*). Это уменьшеніе должно увеличивать плотность массы, сближать частицы, слѣдовательно, дѣлать связь между ними еще болѣе сильною.

Только что приведенныя соображенія послужили кандидату Петерб. университета А. А. Байкову основаніемъ для разработки новаго способа изготовленія песчано-известкового камня, насыщеннаго углекислою, или, правильнѣе, для дальнѣйшаго развитія способа Михаэлиса.

Способъ Байкова заключается въ слѣдующемъ. Сформованный изъ песку и гашеной извести и хорошо спрессованный камень подвергается пропариванію при высокомъ давленіи. Когда камень пріобрѣтетъ достаточную твердость, въ резервуарѣ, въ которомъ происходило пропариваніе, образуется разрѣженное пространство. Послѣ этого въ резервуаръ впускается чистая углекислота или газы, выходящіе изъ известко-обжигательной печи. По мѣрѣ поглощенія углекислоты давленіе въ резервуарѣ падаетъ. Производится новый впускъ углекислоты, новое ея поглощеніе и паденіе давленія. Впуски углекислоты продолжаются до тѣхъ поръ, пока онѣ не перестанутъ сопровождаться паденіемъ давленія, что служитъ признакомъ полнаго насыщенія извести углекислою. Въ случаѣ употребленія не чистой углекислоты, а газовъ, выходящихъ изъ печи, насыщеніе углекислою чередуется съ новыми разрѣженіями пространства, съ цѣлью освобожденія поръ камня отъ газовъ, остающихся послѣ поглощенія изъ нихъ углекислоты.

\*) Атомный вѣсъ  $\text{Ca}(\text{HO})_2 = 74$ , а удѣльный вѣсъ = 2,078.

„ „  $\text{CaCO}_3 = 100$  „ „ = 2,949.

Поэтому удѣльный объемъ 74 вѣсов. част.  $\text{Ca}(\text{HO})_2 = \frac{74}{2,078} = 35,6$ .

„ „ „ 100 „ „  $\text{CaCO}_3 = \frac{100}{2,949} = 33,9$ .

Слѣдовательно, при переходѣ  $\text{Ca}(\text{HO})_2$  въ  $\text{CaCO}_3$  должно происходить измѣненіе объема въ отношеніи 35,6:33,9 = 1:0,952, т. е. объемъ долженъ уменьшаться на 4,8%.



Способъ Байкова, испытанный на одномъ изъ заводовъ, работающих по способу Михаэлиса, вполне оправдалъ возлагавшіяся на него изобрѣтателемъ надежды: камень пропитался углекислотою во всей его массѣ и вмѣстѣ съ тѣмъ приобрѣлъ необходимую ему прочность.

Какъ сказано было выше, бетонъ Коанье, приготовлявшійся вручную, обладалъ уже достаточною для практическихъ цѣлей крѣпкостью. Со введеніемъ для формовки песчано-известковаго кирпича сильныхъ прессовъ, развивающихъ давленіе свыше 200 атмосферъ, и пропариванія при высокомъ давленіи, крѣпкость песчанаго кирпича значительно повысилась.

Насыщеніе этого кирпича углекислотою или, правильнѣе, обращеніе всей его извести въ углекислую, придало ему необходимую прочность. Такимъ образомъ насыщеніе углекислотою въ развитіи техники изготовленіе песчано-известковаго кирпича сыграло такую же роль какъ и введеніе обжига въ фабрикаціи кирпича глинянаго. При такомъ значеніи этого насыщенія, песчано-известковый кирпичъ не насыщенный, по отношенію къ насыщенному, является ничѣмъ инымъ какъ сырцемъ, а потому и называть его слѣдуетъ не силикатнымъ кирпичемъ, а песчано-известковымъ сырцемъ \*)

Теперь, когда вопросъ объ изготовленіи прочнаго песчано-известковаго камня или кирпича, можно считать окончательно разрѣшеннымъ, вполне умѣстно будетъ сравнить этотъ кирпичъ съ обожженнымъ глинянымъ, и попытаться сдѣлать изъ этого сравненія нѣкоторые выводы.

Начнемъ со сравненія способовъ фабрикаціи обоихъ родовъ кирпича.

Глина для обжигаемаго кирпича обыкновенно заготавливается съ осени, съ тѣмъ чтобы она лучше вывѣтрилась подъ вліяніемъ дождей и морозовъ. Песчано-известковый кирпичъ не требуетъ такой заблаговременной заготовки сырыхъ матеріаловъ. Только что погашенная известь можетъ сейчасъ же идти на смѣшеніе ея съ пескомъ,

---

\*) Такъ называемый силикатный кирпичъ заграничнаго производства, будучи песчано-известковымъ сырцемъ, прекрасно насыщается углекислотою. По количеству поглощаемой имъ углекислоты не трудно судить о томъ, что вся заключающаяся въ немъ известь остается свободною, не связанною съ кремнеземомъ.

лишь бы послѣдній не былъ особенно сырымъ, просушка же песка, въ случаѣ надобности въ этомъ, можетъ быть произведена сравнительно быстро.

Глину необходимо тщательно перемять, а въ случаѣ надобности и сдобрить пескомъ. Такая обработка вязкой массы, очевидно, значительно труднѣе простого перемѣшиванія двухъ почти сухихъ порошкообразныхъ тѣлъ.

Формовка глинянаго кирпича можетъ быть ручная или машинная, формовка же кирпича песчано-известковаго должна быть обязательно машинная. Если же принять во вниманіе, что машинная формовка влечетъ за собою улучшение качествъ кирпича и ускоряетъ его производство, то обязательность примѣненія машинной работы къ формовкѣ песчано-известковаго кирпича едва ли можетъ быть поставлена ему въ укоръ.

Сформованный глиняный сырецъ долженъ подвергаться болѣе или менѣе продолжительной воздушной сушкѣ, зачастую сопряженной съ разными непріятными случайностями. Во всякомъ случаѣ такая сушка требуетъ наличности помѣстительныхъ сараевъ. Только что сформованный песчано-известковый кирпичъ поступаетъ непосредственно изъ пресса въ резервуаръ для пропариванія и насыщенія углекислотою.

Обжигъ глинянаго кирпича тянется нѣсколько дней, пропариваніе же и насыщеніе углекислотою песчано-известковаго кирпича производится въ теченіи нѣсколькихъ часовъ.

Простываніе обожженаго кирпича продолжается тоже нѣсколько дней, простываніе же песчано-известковаго — нѣсколько часовъ. Эта разница обусловливается значительною разностью температуръ обжига и пропариванія.

Какъ бы ни были совершенны обжигательныя печи, обжигъ глинянаго кирпича не обходится безъ брака: часть кирпича оказывается пережженою, а часть недожженою. Песчано-известковый кирпичъ пересытитъ углекислотою нельзя, а непасыщенный, если бы таковой оказался, можно досытить.

При обжигѣ глинянаго кирпича необходимо прокалить всю его массу, для изготовленія же песчано-известковаго кирпича необходимо обжечь только известь, количество которой не превышаетъ 5%—10% вѣса кирпича. Если допустить, что пропариваніе песчано-известковаго

кирпича требуетъ такого же количества топлива какъ и окончательная сушка глинянаго, то и тогда расходъ топлива на изготовленіе песчанаго кирпича окажется все же значительно меньшимъ, чѣмъ при изготовленіи кирпича глинянаго. Эта экономія въ топливѣ въ настоящее время пріобрѣтаетъ особенно серьезное значеніе, ввиду постояннаго и повсемѣстнаго его вздорожанія.

Все это вмѣстѣ взятое, кажется, достаточно убѣдительно говорить за то, что фабрикація песчано-известковаго кирпича должна идти во много разъ быстрѣе и обходиться во всякомъ случаѣ дешевле фабрикаціи кирпича глинянаго.

Быстрота фабрикаціи, позволяющая получать совершенно готовый кирпичъ въ теченіи однихъ сутокъ, и простота оборудованія такихъ заводовъ допускаютъ широкое пользованіе ими какъ временными, переносными сооруженіями при проведеніи желѣзныхъ дорогъ.

Крѣпкость песчано-известковаго камня находится вполне въ нашемъ распоряженіи, такъ какъ зависитъ отъ процентнаго содержанія извести и величины давленія при прессованіи, поэтому можетъ равняться, а въ случаѣ надобности, и значительно превосходить крѣпкость кирпича глинянаго.

Въ отношеніи правильности формы и остроты реберъ песчано-известковый кирпичъ не уступаетъ лучшему глиняному машинной формовки и даже превосходитъ его, если послѣдній образуется разрѣзкою глиняной ленты.

Въ отношеніи тески и сцѣпленія съ растворомъ песчано-известковый кирпичъ тоже не уступаетъ глиняному.

Пористость и вѣсъ обоихъ родовъ кирпича почти одинаковы, теплопроводность—тоже, какъ показали непосредственныя измѣренія въ лабораторіи Инст. Инж. Путей Сообщенія.

Воздухъ, вода и морозъ на песчано-известковый кирпичъ не дѣйствуютъ. Что же касается кислотъ, то послѣднія должны выдѣлять изъ него углекислоту.

Въ отношеніи огнеупорности песчано-известковый кирпичъ конечно долженъ уступать глиняному, но не обыкновенному, а специально огнеупорному. Непосредственныхъ испытаній огнеупорности песчано-известковаго кирпича, насыщеннаго углекислотою, произведено пока не было, однако, имѣются всѣ данныя для того, чтобы рассчитывать на его достаточную огнеупорность. Дѣйствительно, песчано-

известковый сырецъ или такъ называемый силикатный кирпичъ былъ всесторонне изслѣдованъ въ Германіи и, между прочимъ, въ отношеніи огнеупорности. Такъ, въ механической лабораторіи Берлинской Политехнической школы силикатный кирпичъ подвергался въ теченіи часа дѣйствию огня, причѣмъ температура доходила до 800—900° С., и онъ оставался невредимымъ, несмотря на то, что, какъ теперь выяснилось, въ немъ не могло быть никакихъ силикатовъ, а была простая воздушная известь. Диссоціація же этой извести начинается при 200° С, а при 500° доходитъ до своего максимума. Диссоціація же углекислой извести начинается лишь при 800° С.

Неразрушимость силикатнаго кирпича при температурѣ пламени въ 800—900° С. объясняется тѣмъ обстоятельствомъ, что, при часовомъ дѣйствию огня на кирпичъ, послѣдній не могъ успѣть достаточно прогрѣться.

Высшая температура диссоціаціи углекислой извести и даетъ основаніе думать, что если такъ называемый силикатный кирпичъ могъ выдержать огненную пробу, то кирпичъ насыщенный углекислотою и подавно ее выдержитъ.

Во всякомъ случаѣ такъ называемый силикатный кирпичъ допущенъ въ Германіи даже для кладки брандмауеровъ.

Только что приведенныя указанія даютъ полное право утверждать, что песчано-известковый кирпичъ во всякомъ случаѣ несколько не хуже лучшаго и лучше глинянаго кирпича средняго качества.

Ни въ чемъ существенномъ не уступая глиняному, песчано-известковый кирпичъ, кромѣ сравнительно меньшей стоимости его производства, обладаетъ и нѣкоторыми другими преимуществами.

Однимъ изъ существенныхъ преимуществъ этого новаго кирпича слѣдуетъ признать сравнительно малую зависимость его размѣровъ отъ условій его фабрикаціи. Толщина глинянаго кирпича не можетъ быть чувствительно увеличена безъ опасенія за равномѣрность его обжига, толщина же кирпича песчано-известковаго смѣло можетъ быть увеличена и это отзовется только на продолжительности пропариванія и насыщенія его углекислотою. Увеличеніе же толщины кирпича, хотя бы и при сохраненіи остальныхъ его размѣровъ, болѣе чѣмъ желательно, такъ какъ при такомъ увеличеніи сократится число

слоевъ кладки на единицу ея высоты, а вмѣстѣ съ тѣмъ сократиться и расходъ раствора. Съ увеличеніемъ толщины кирпича уменьшится количество боя, а это должно благопріятно отразиться на качествахъ кладки.

По правильности формъ, остротѣ реберъ, гладкости поверхности и одноцвѣтности песчано-известковый кирпичъ не уступаетъ спеціально облицовочному глиняному, а потому зданія, построенныя изъ такого кирпича, не нуждаются въ штукатуркѣ.

Песчано-известковому кирпичу легко по всей его массѣ придается тотъ или иной цвѣтъ.

Таблица I.

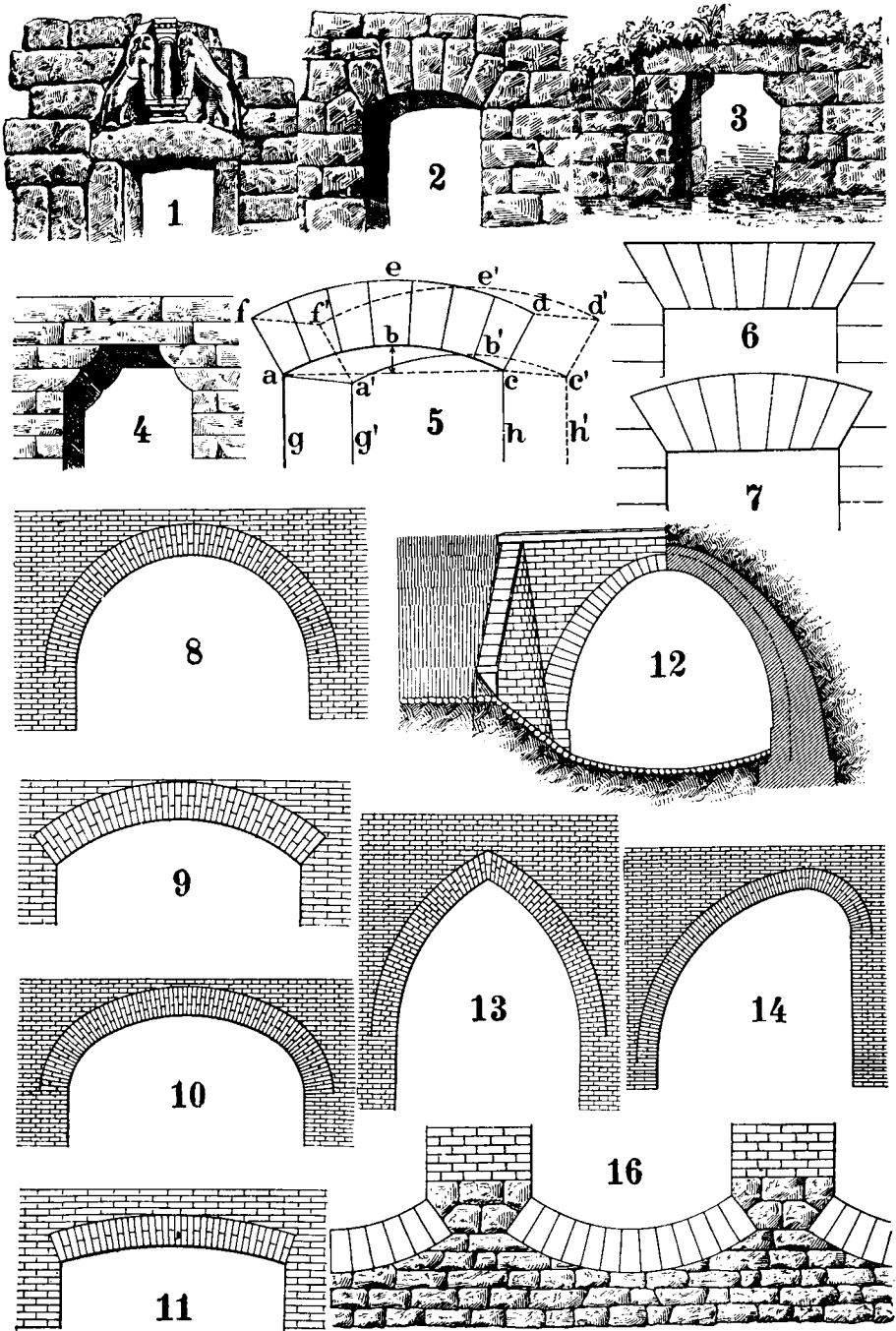
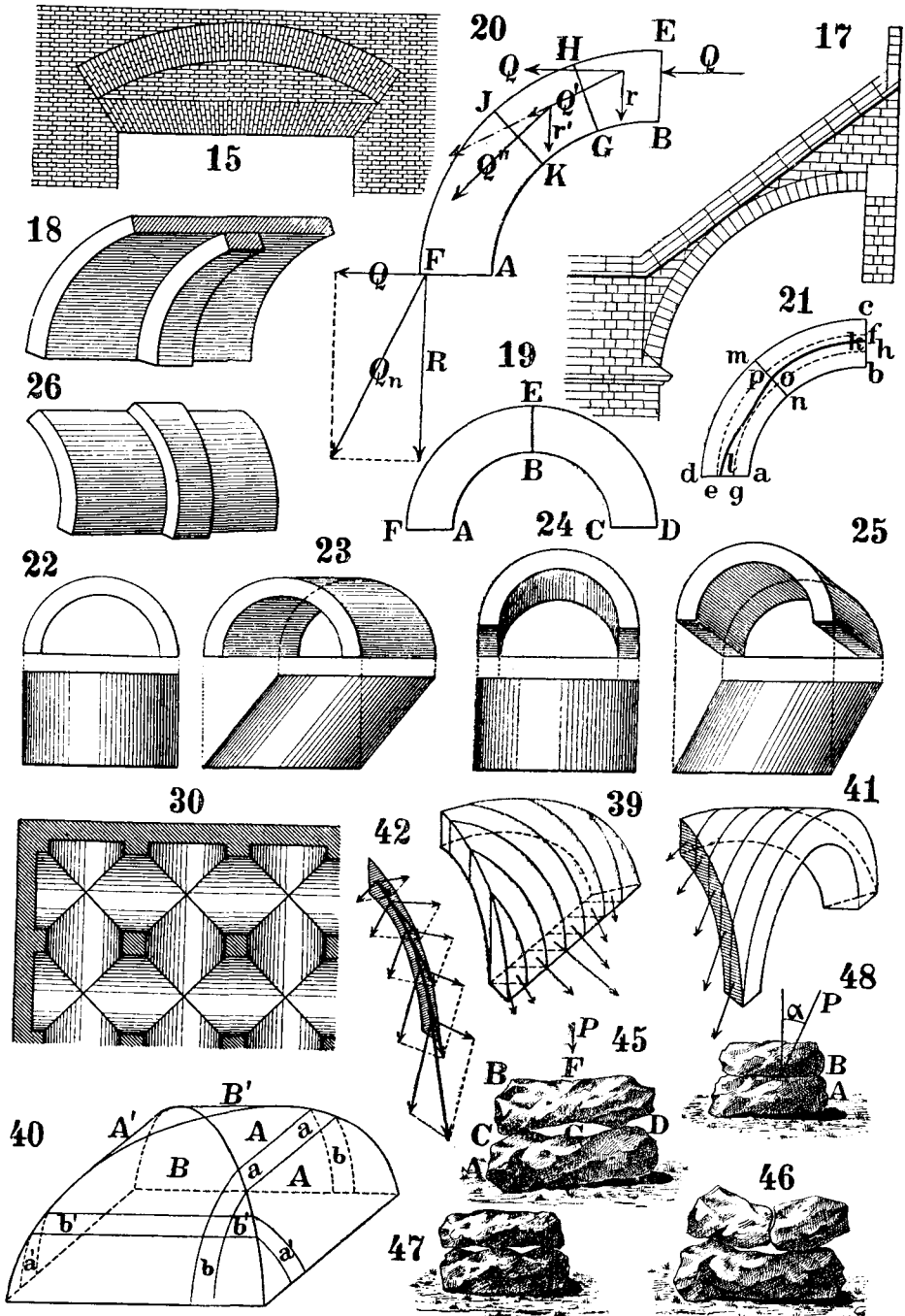
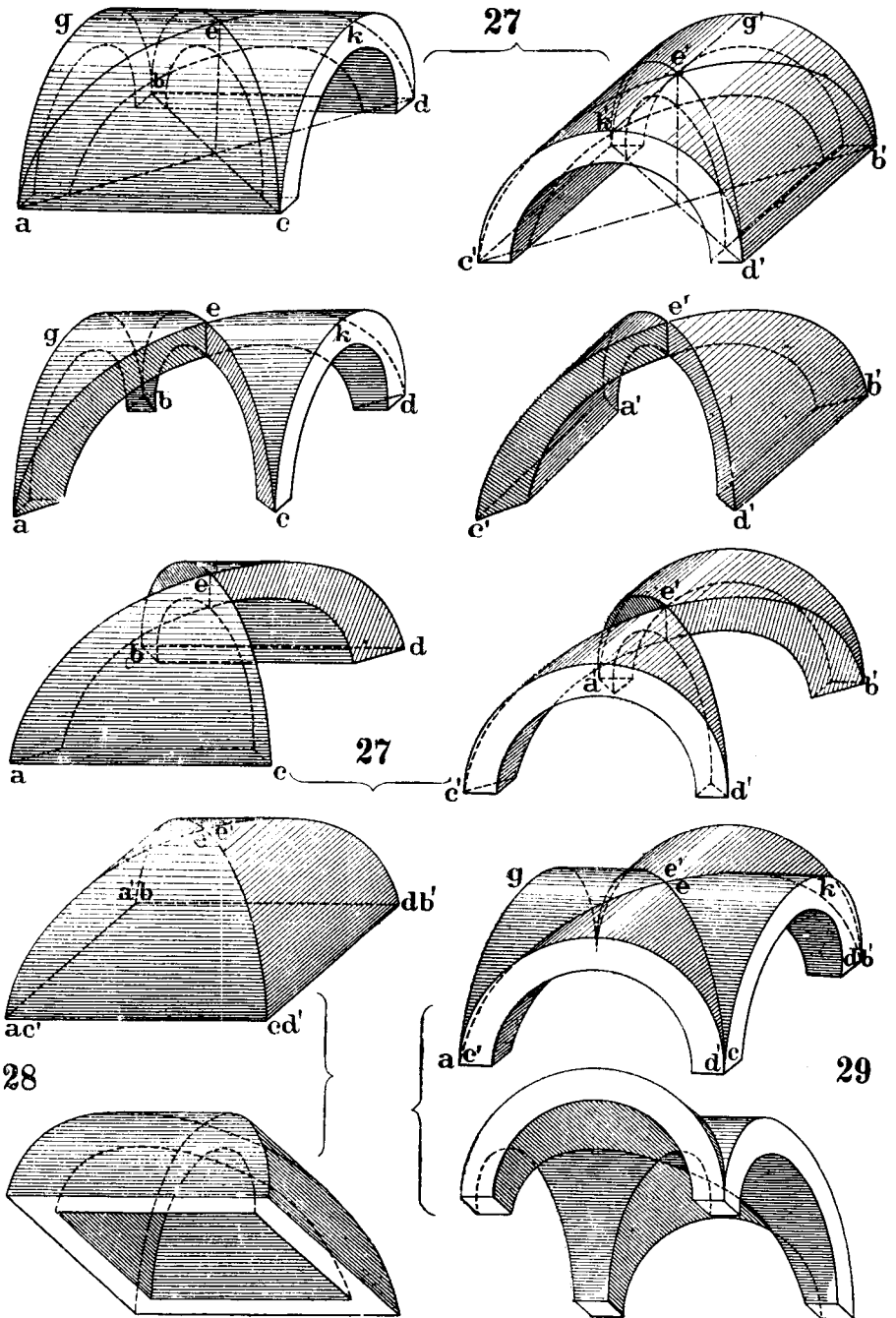


Таблица II.



Чертежи: 15, 17—26, 30, 39—42, 45—48.





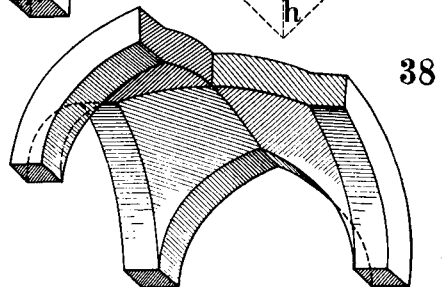
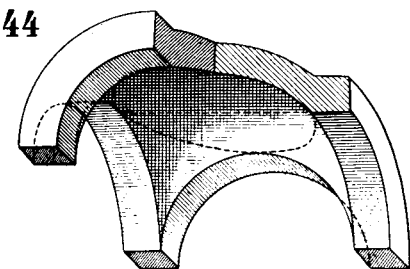
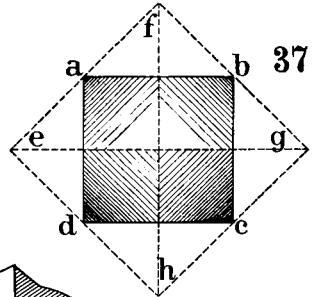
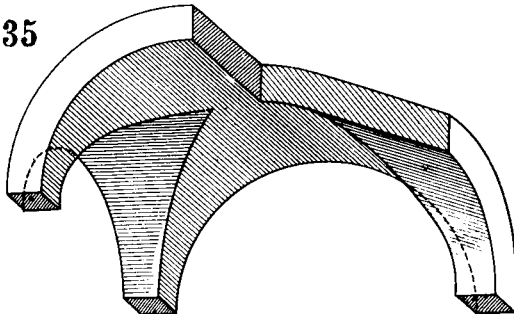
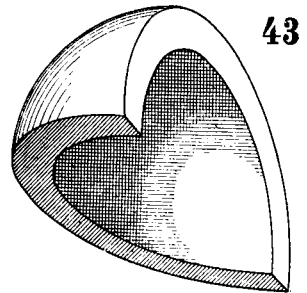
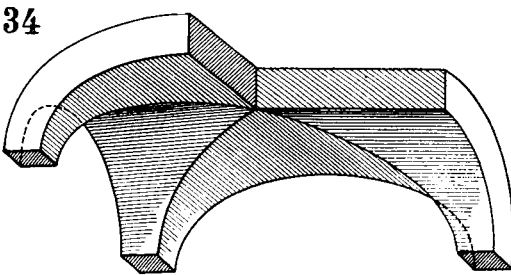
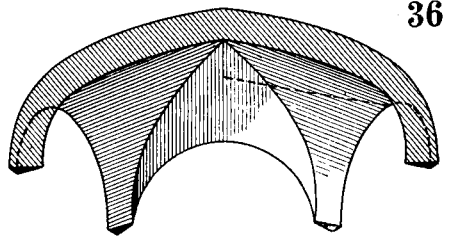
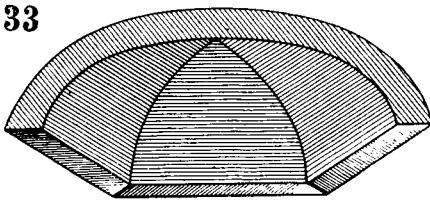
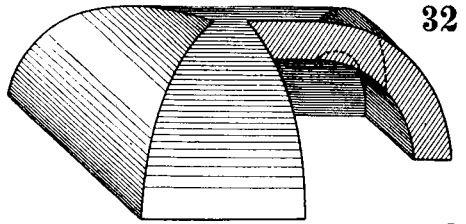
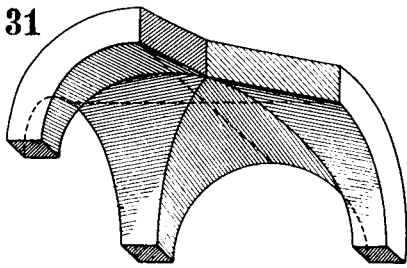


Таблица V.

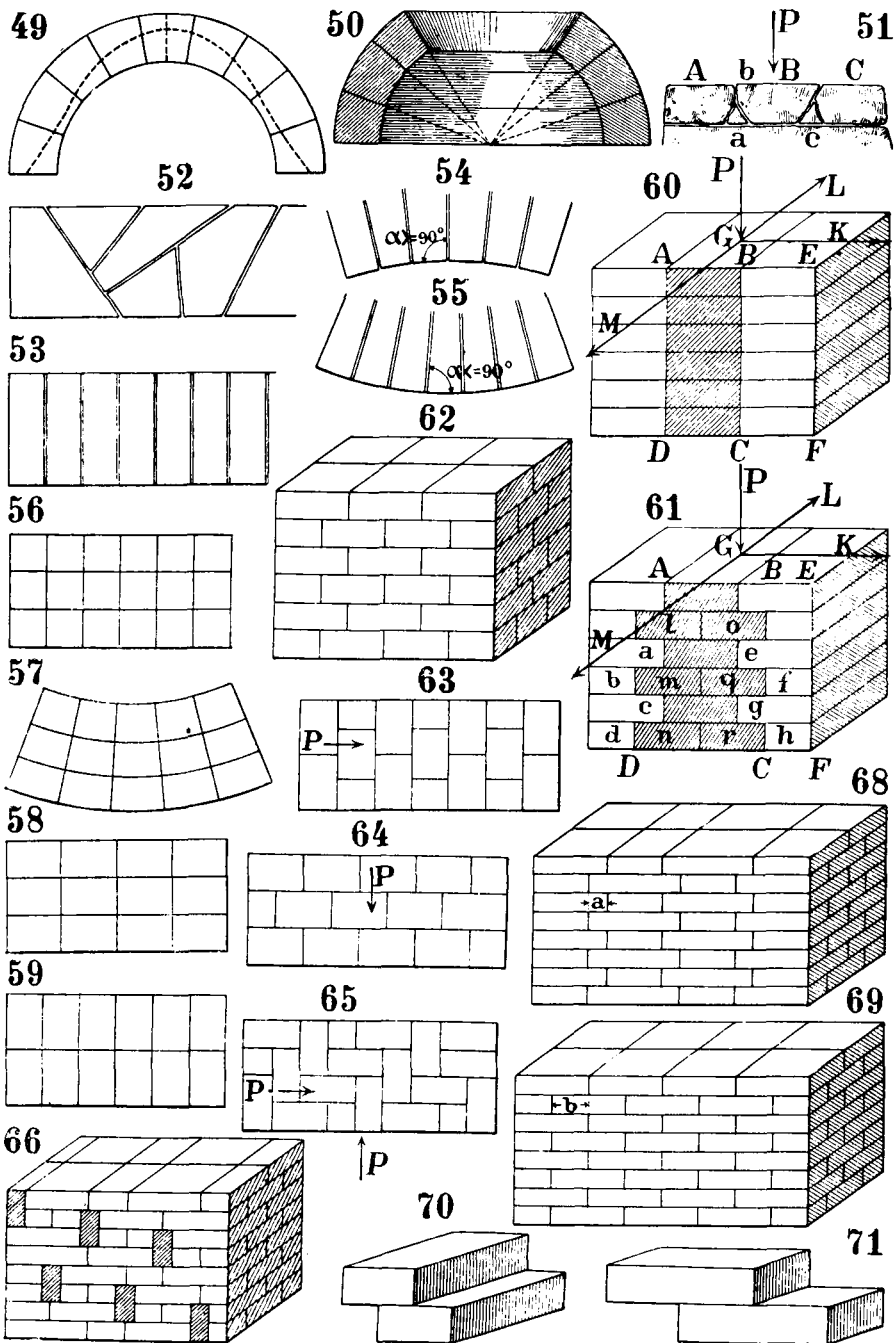
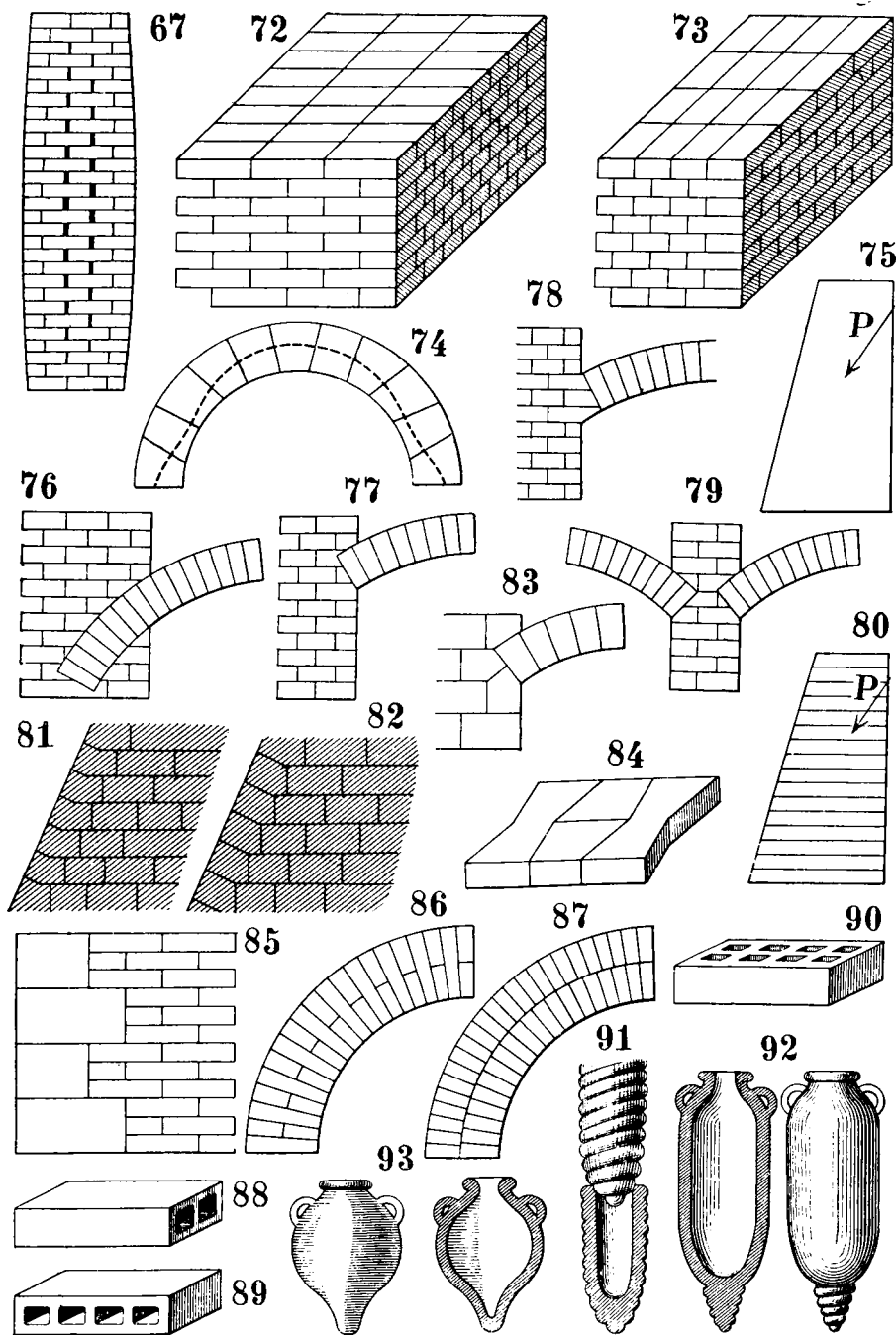


Таблица VI.



Чертежи: 67, 72—93.

Таблица VII.

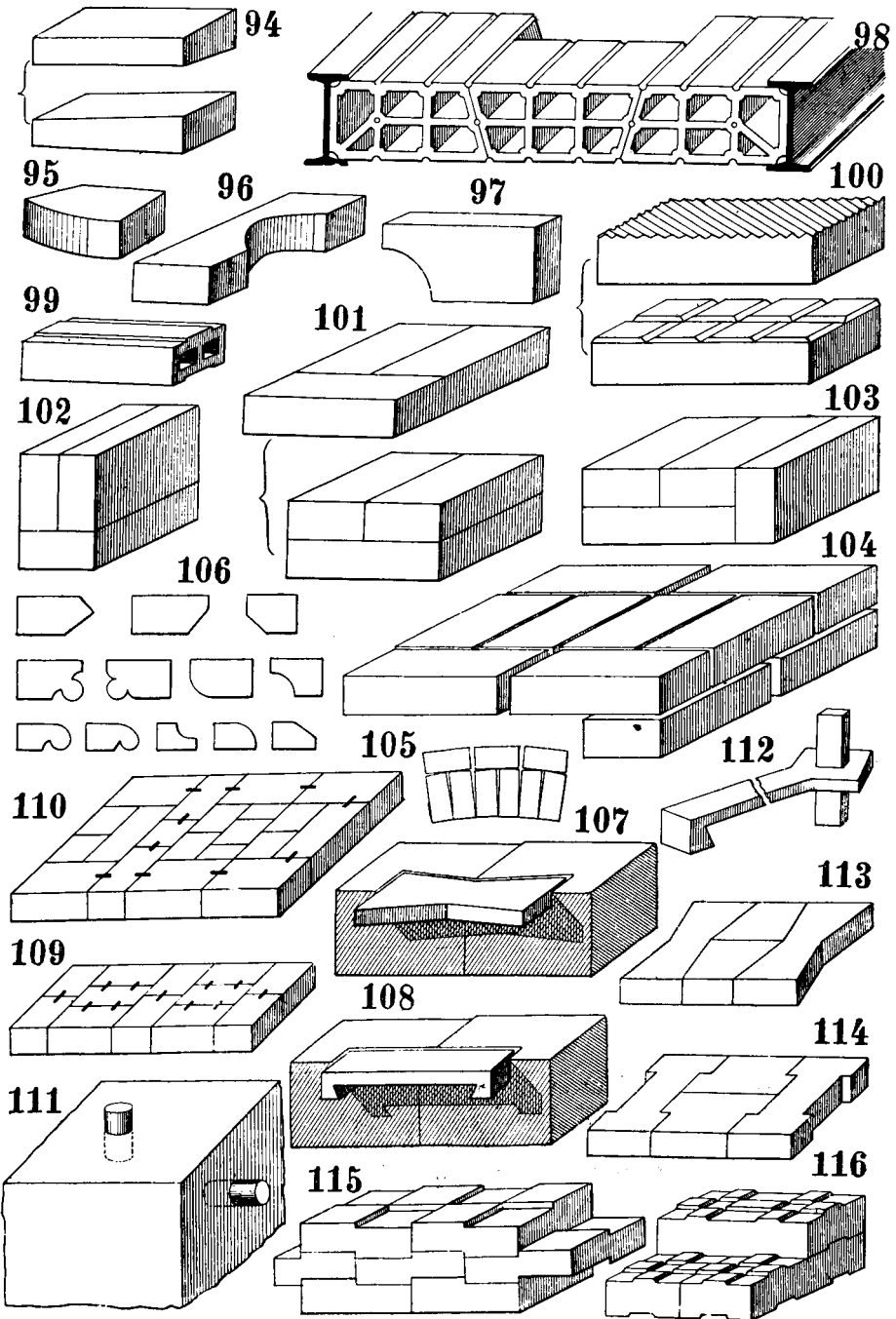


Таблица VIII.

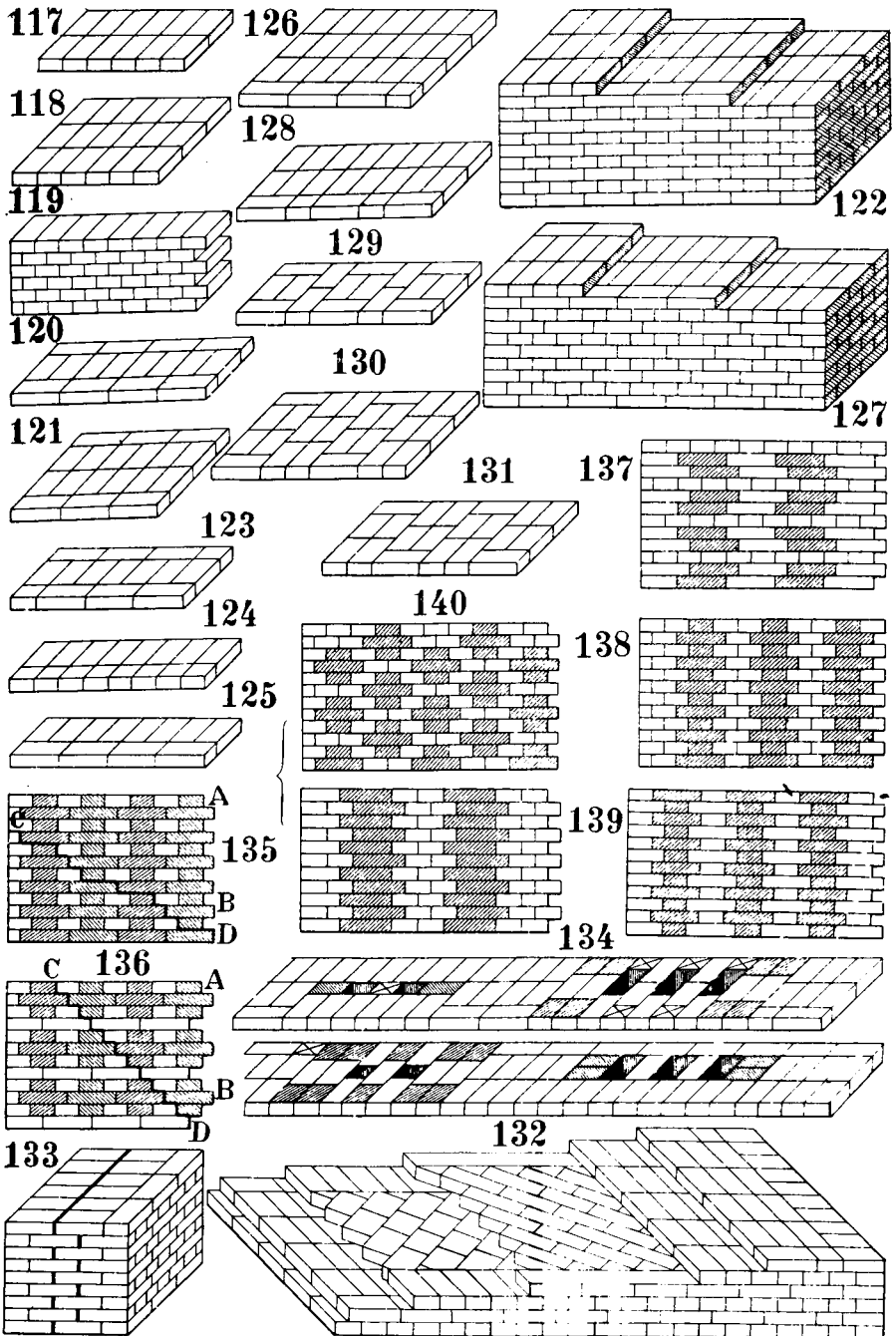


Таблица IX.

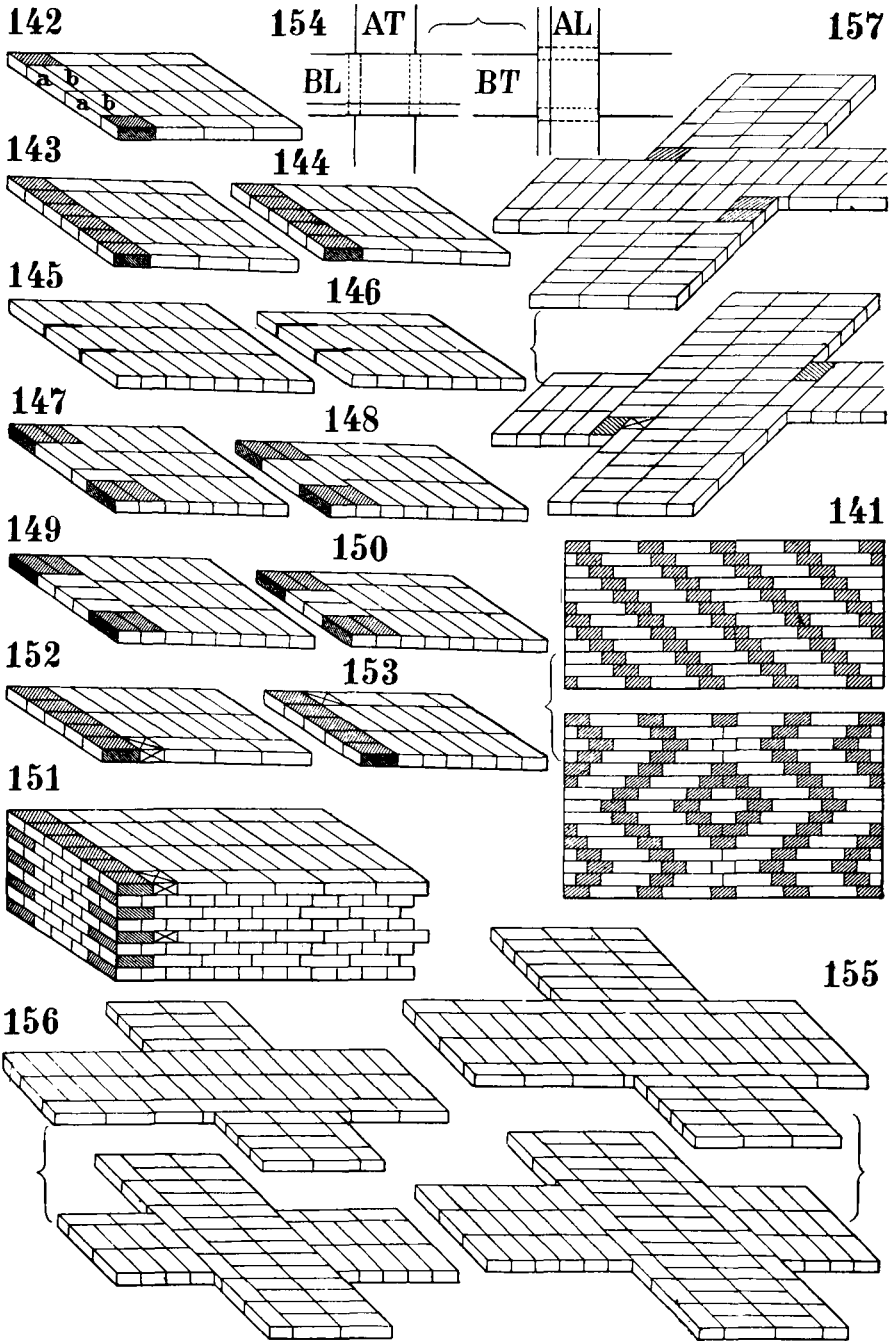


Таблица X.

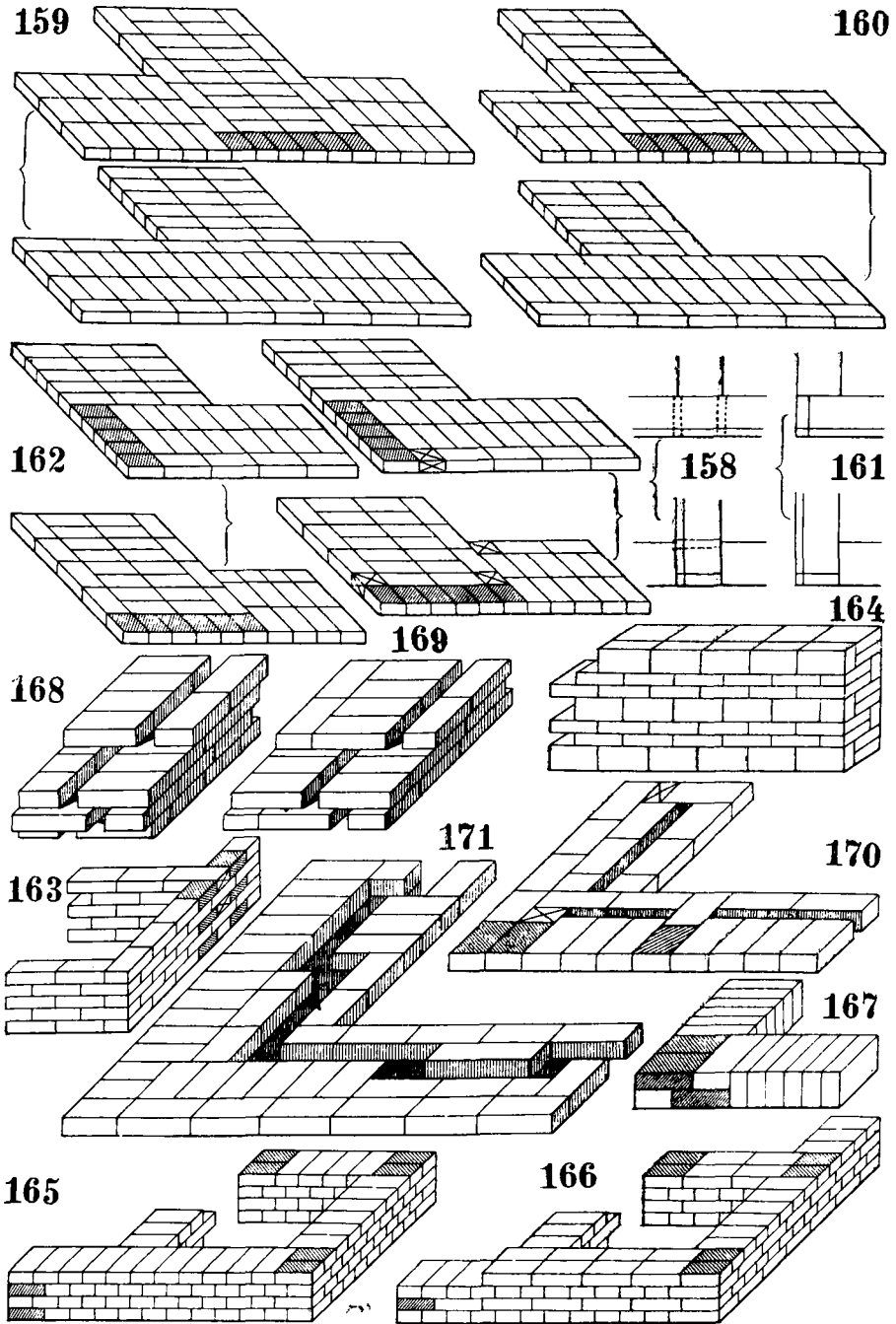


Таблица XI.

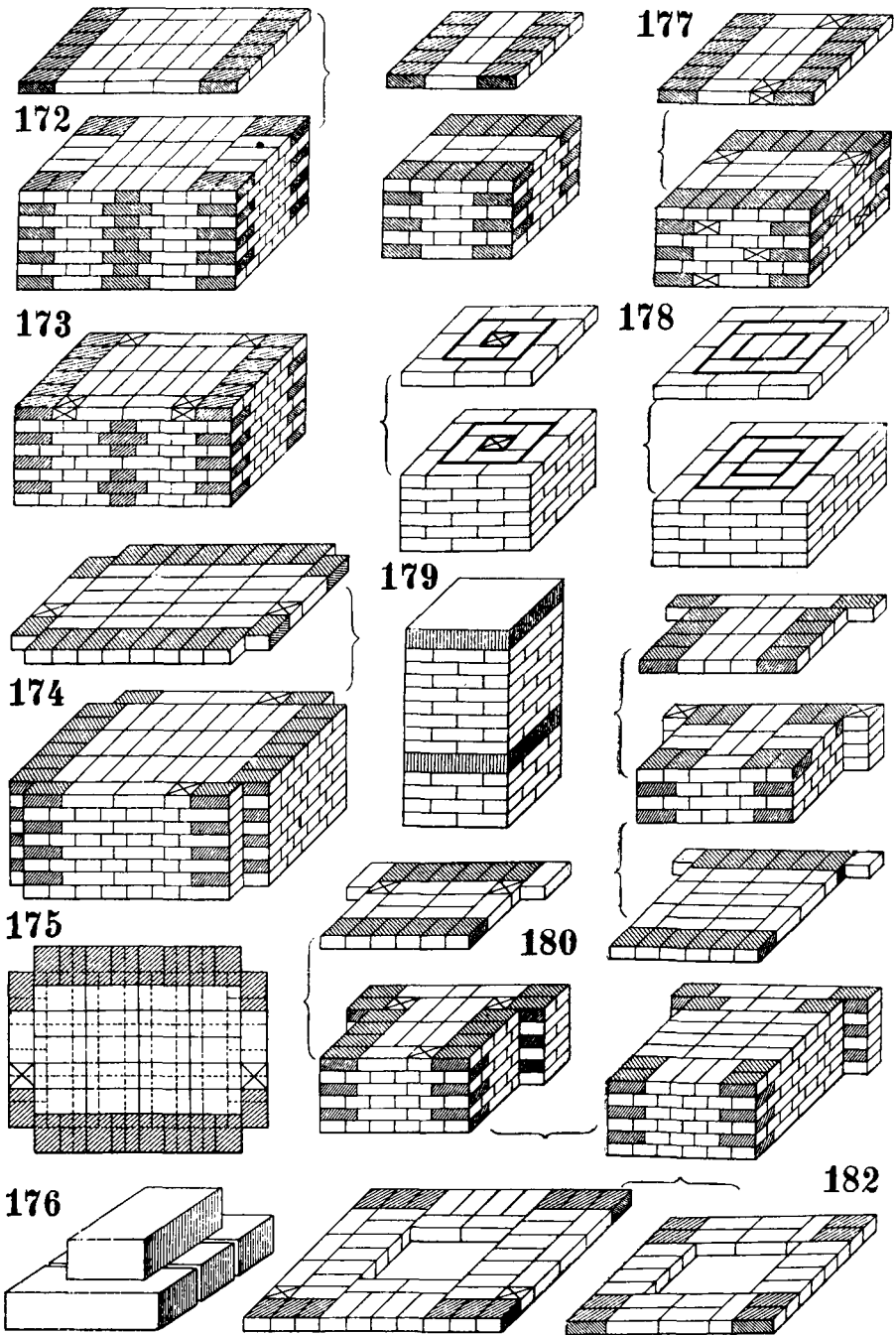
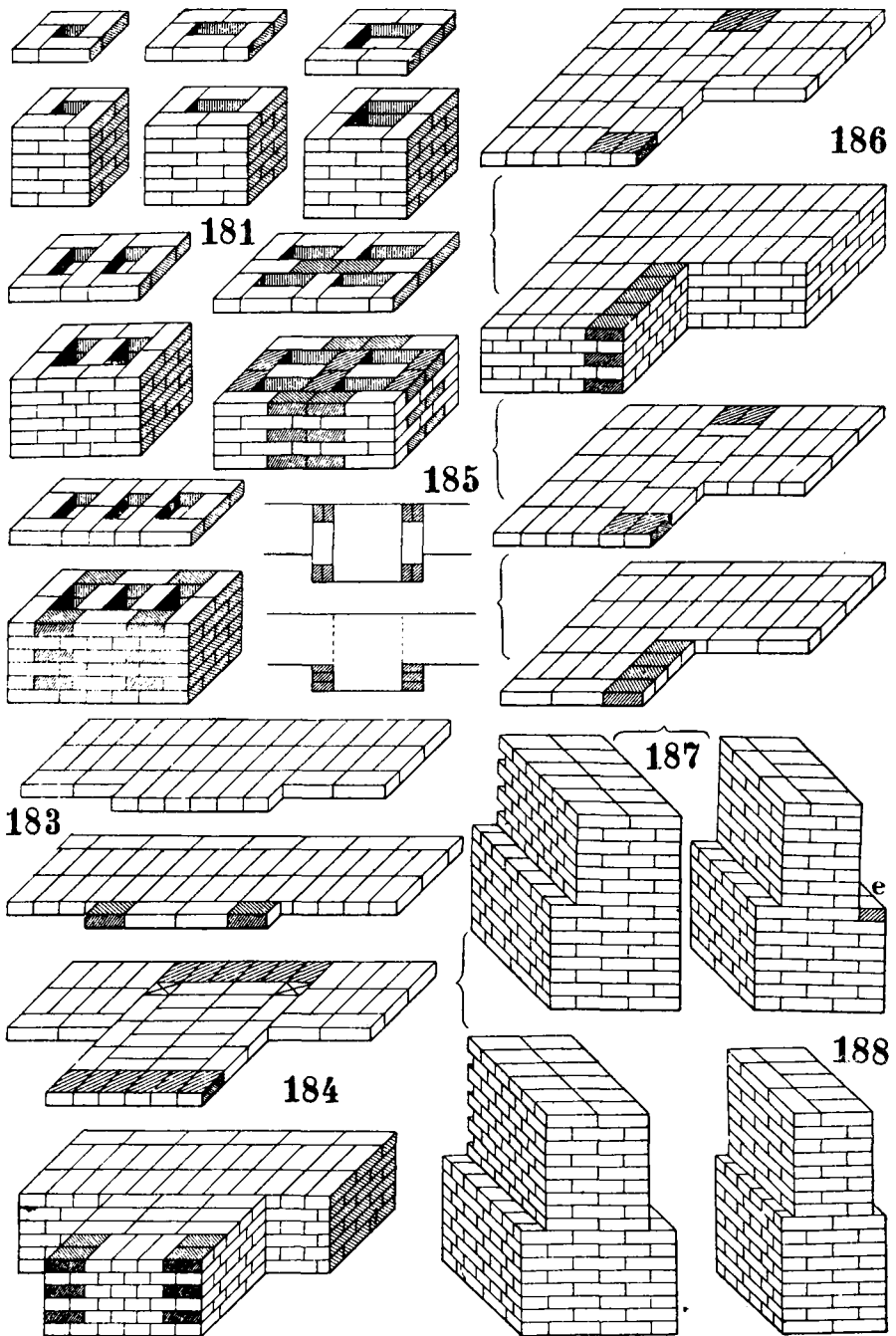


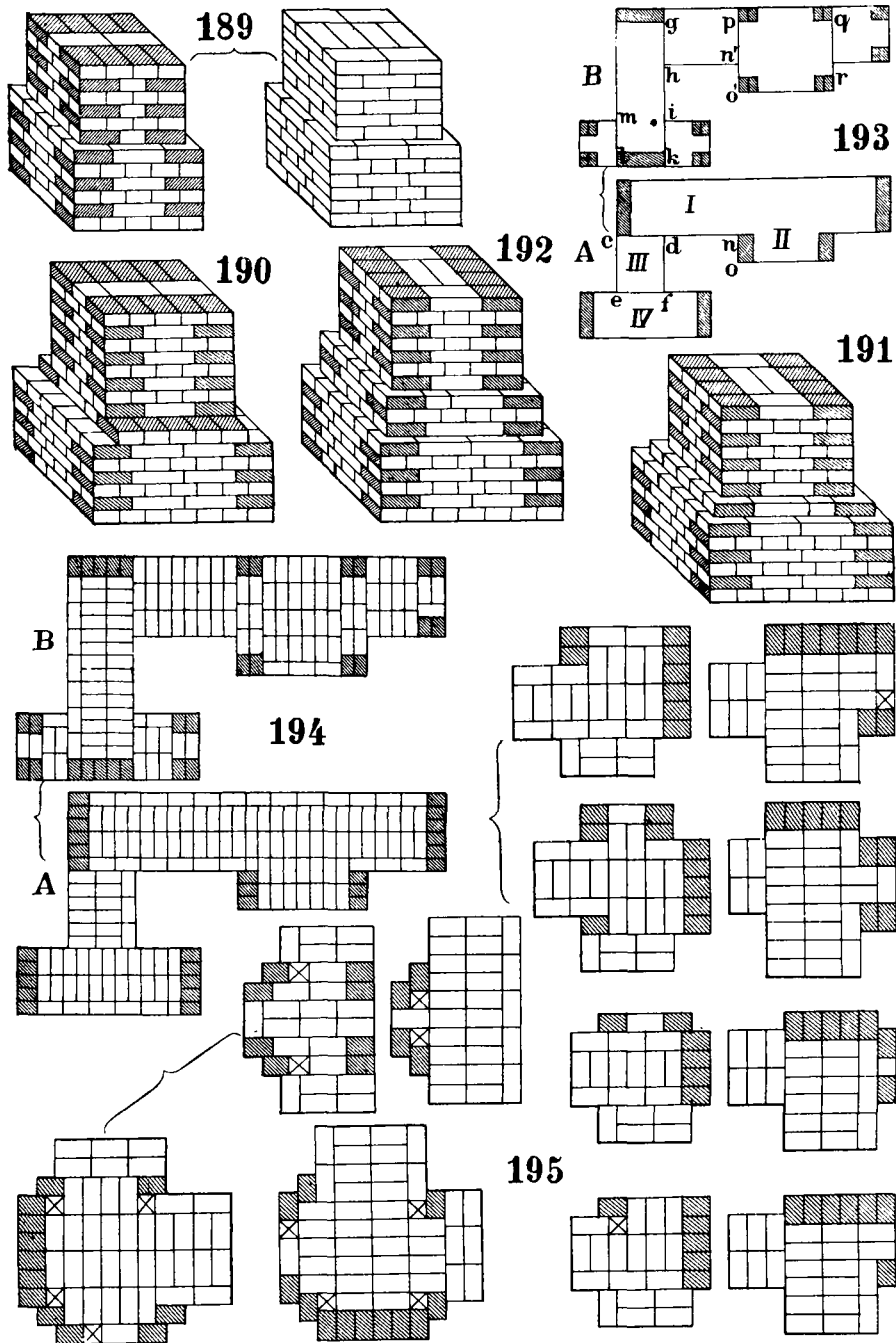


Таблица XII.

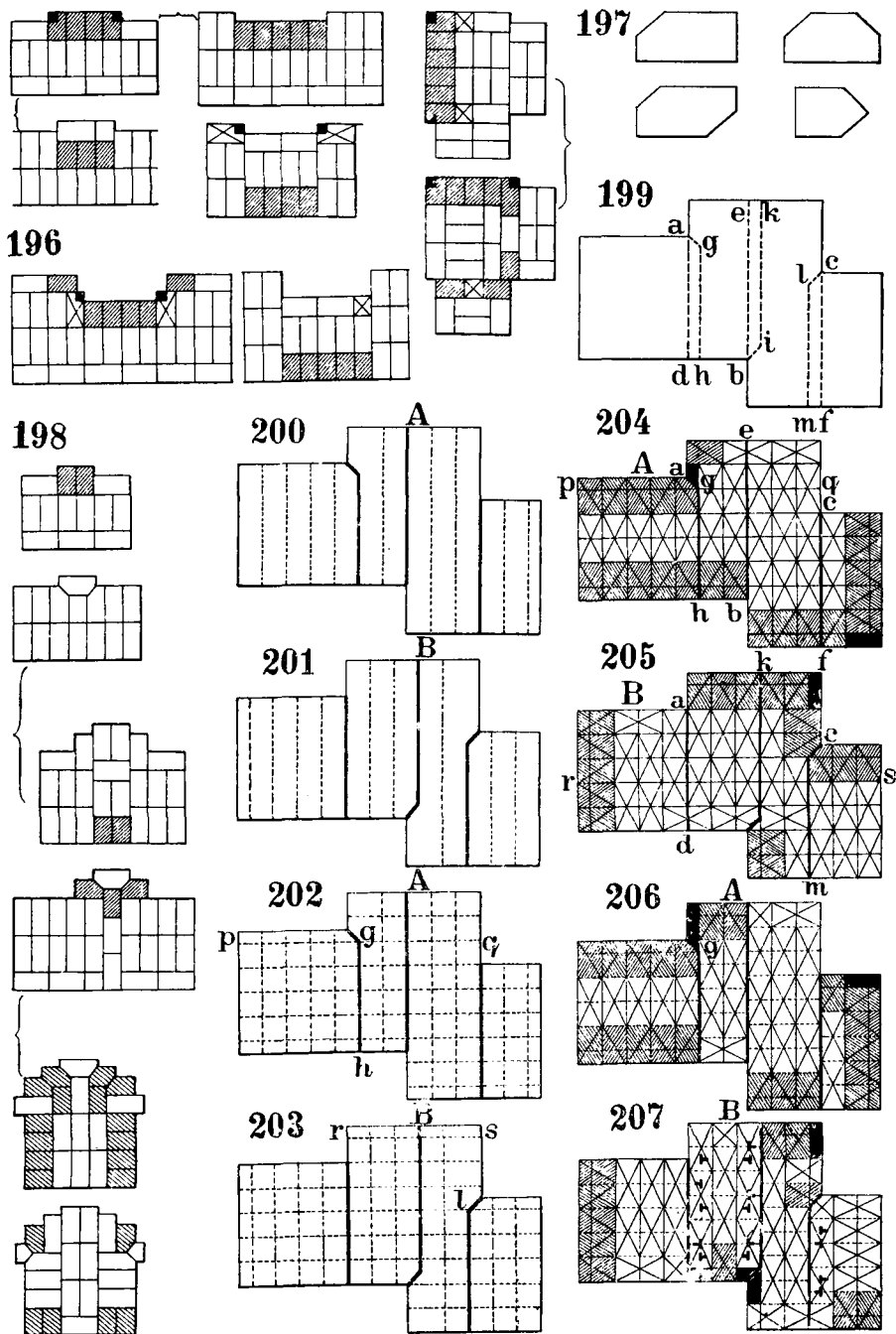


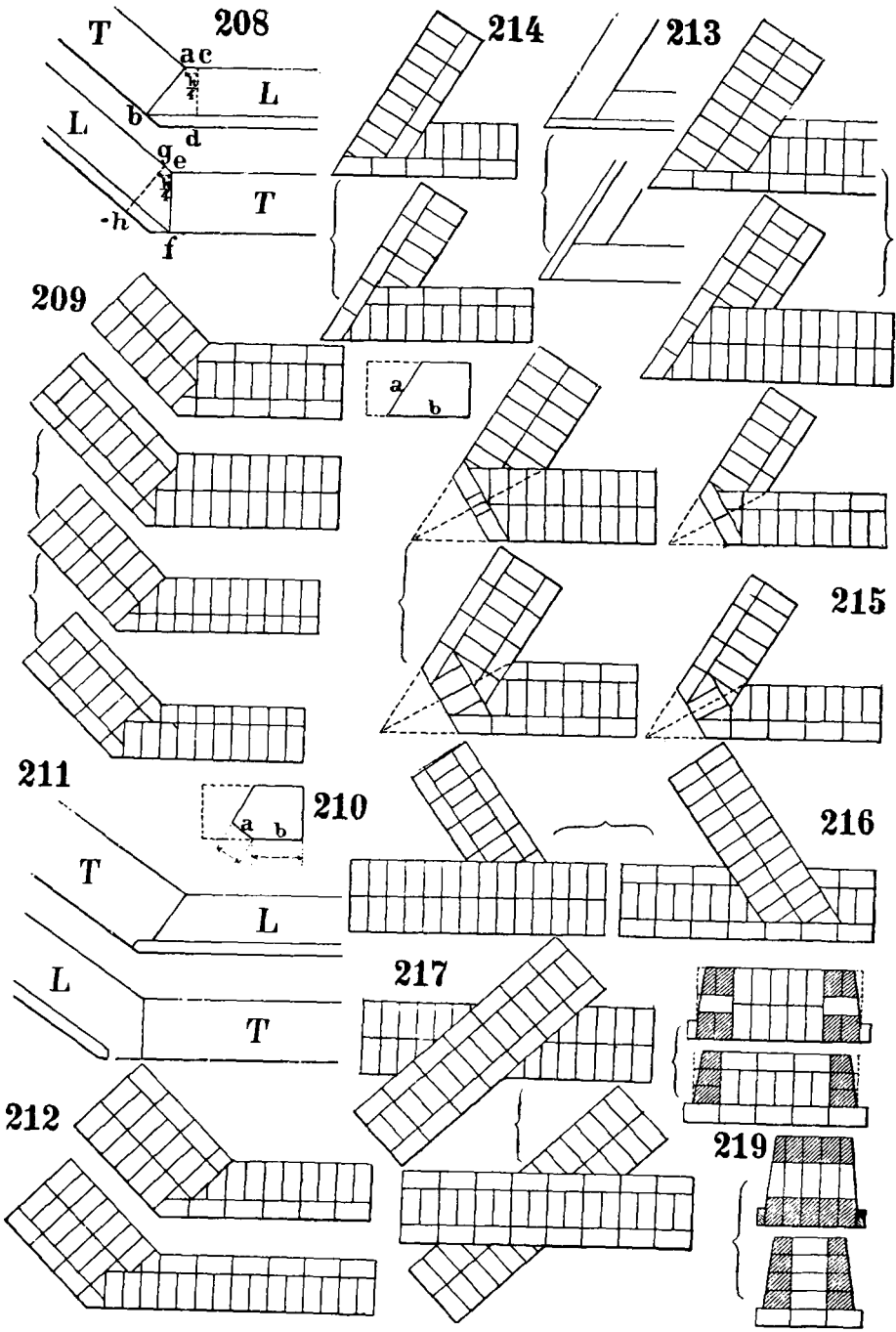
Чертежи: 181, 183—188.

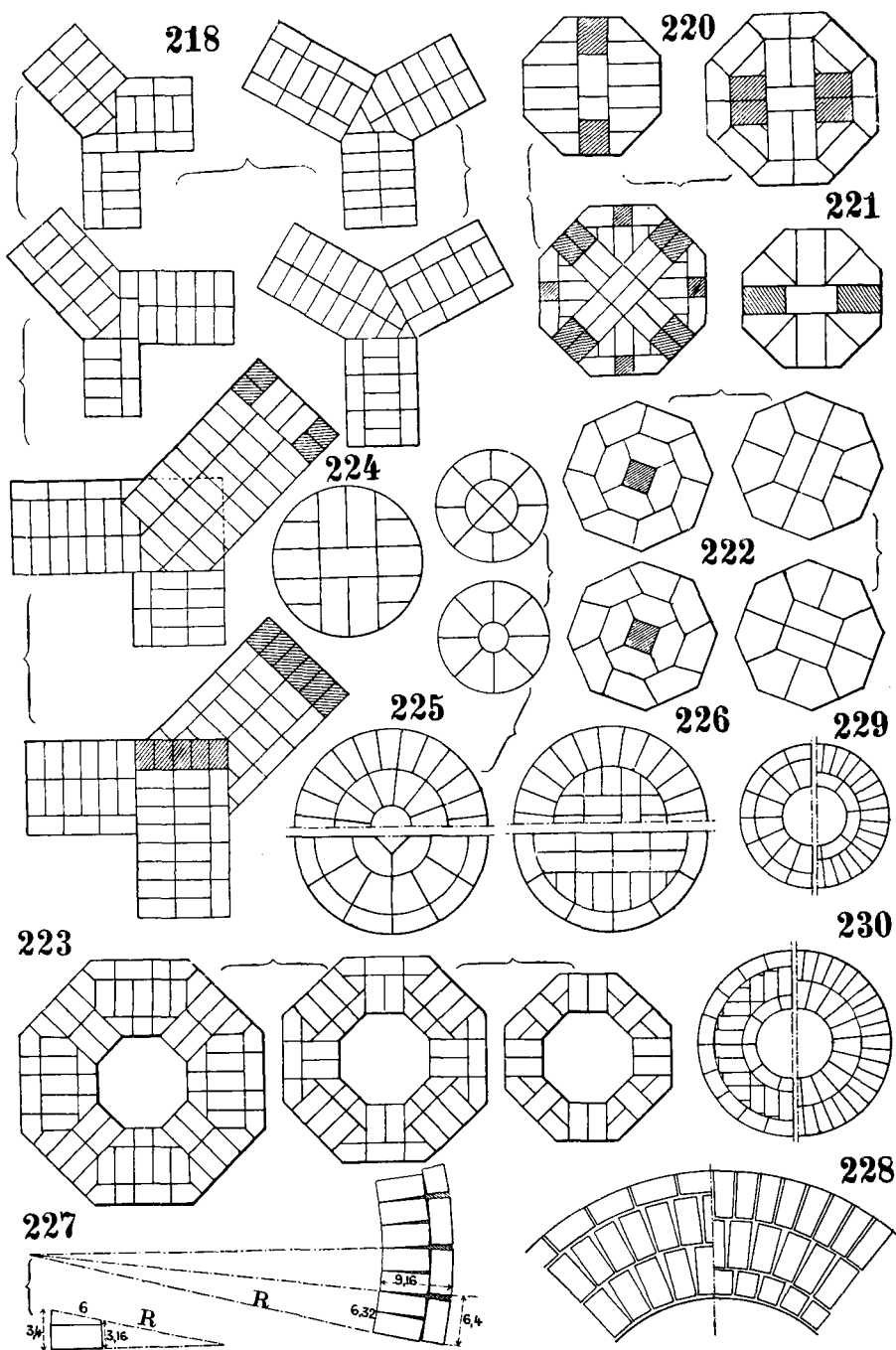
Таблица XIII.

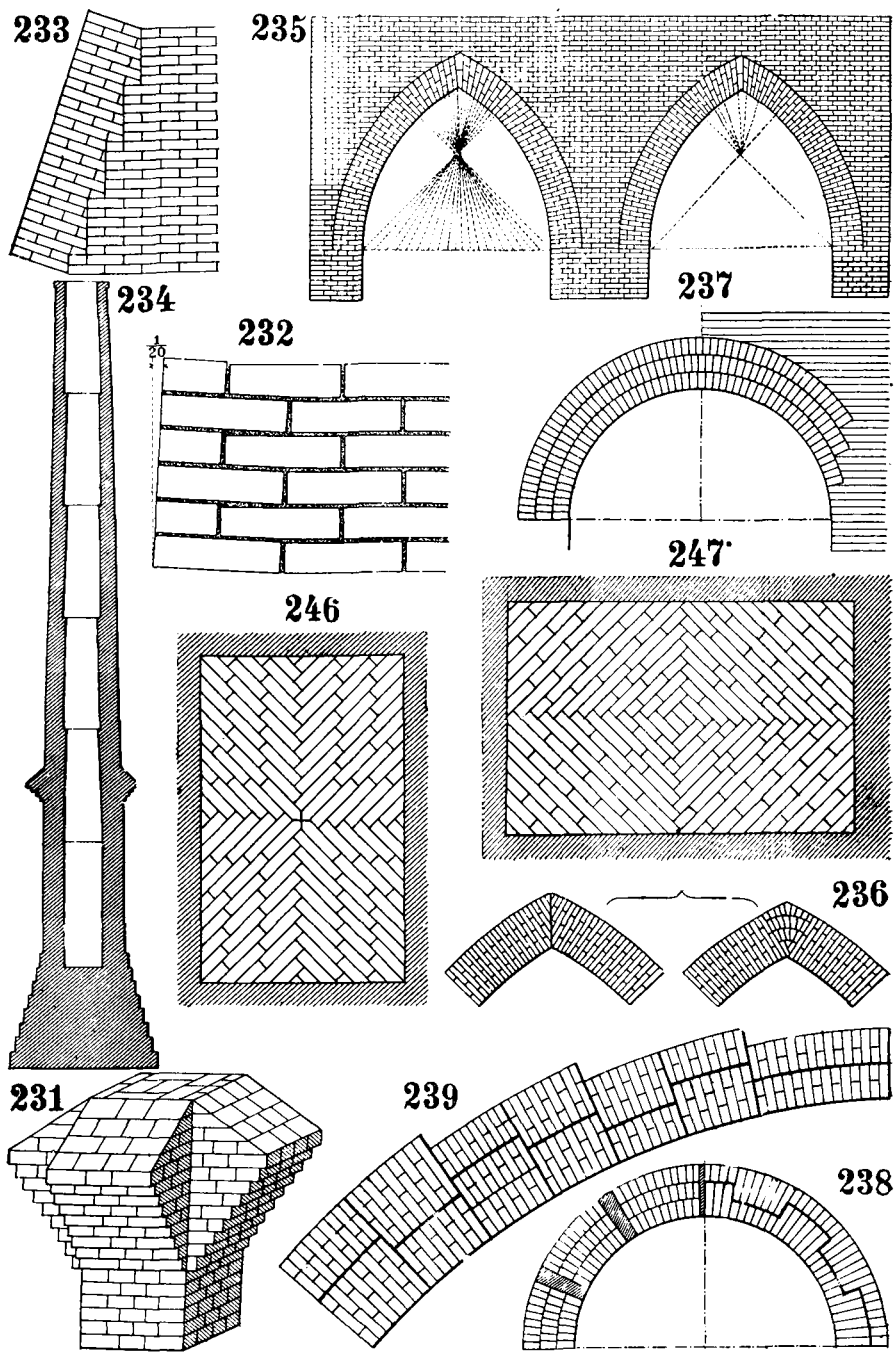


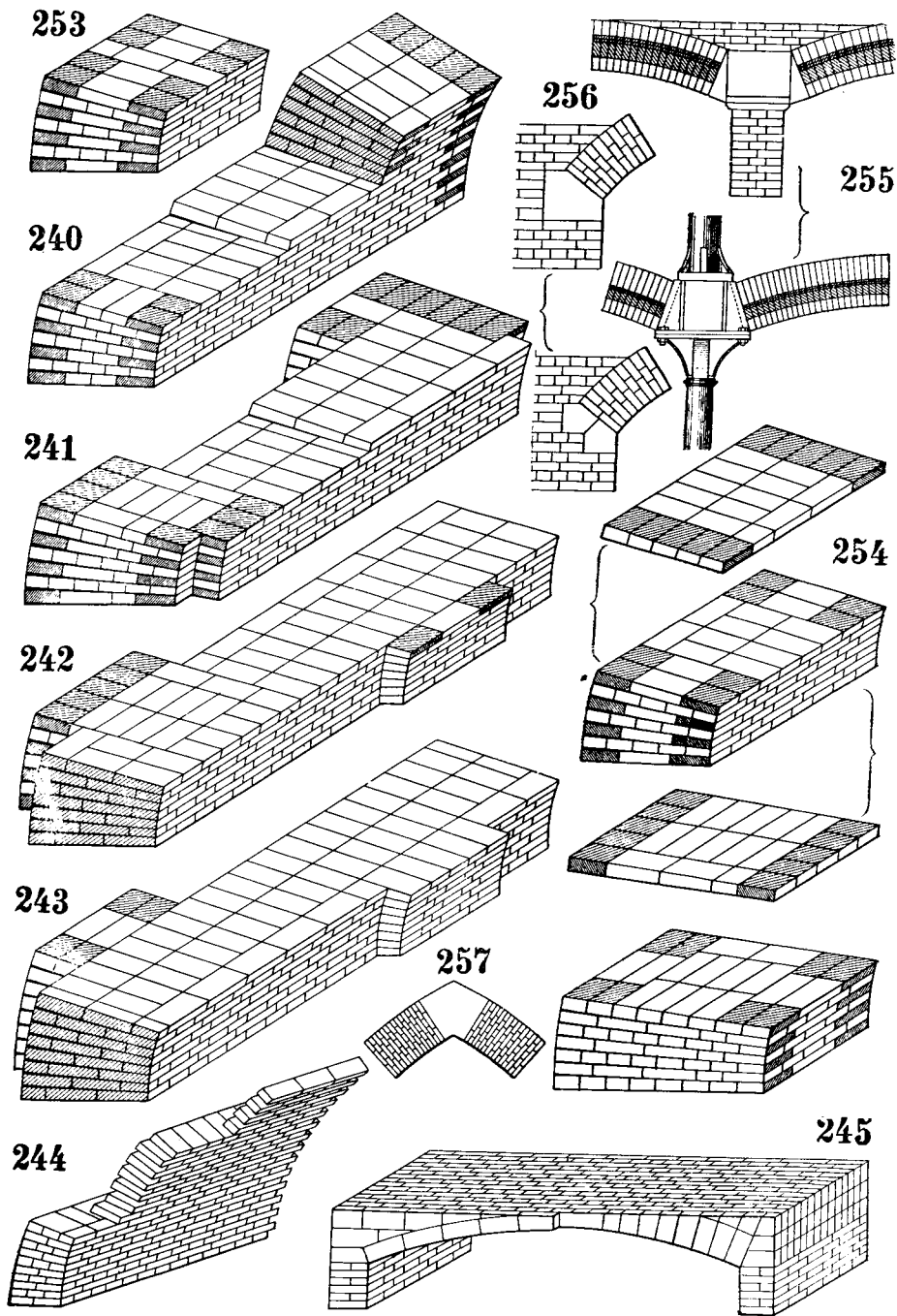
Чертежи: 189—195.



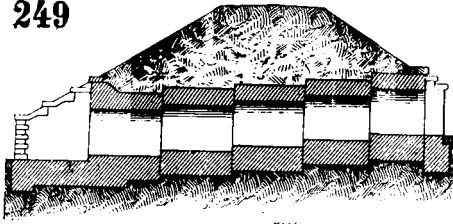




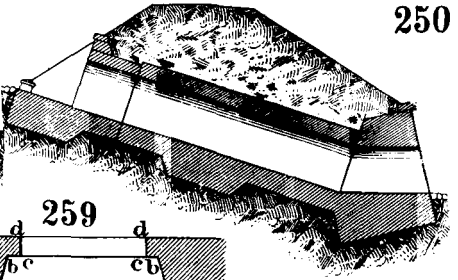




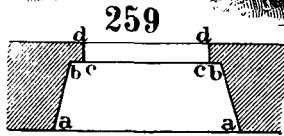
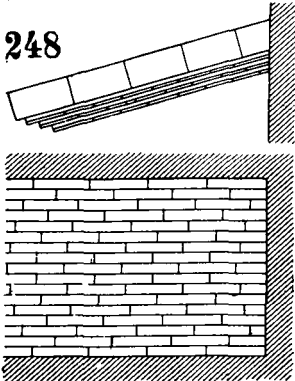
249



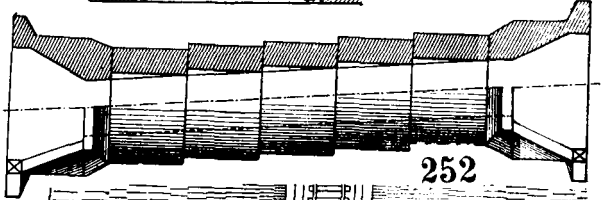
250



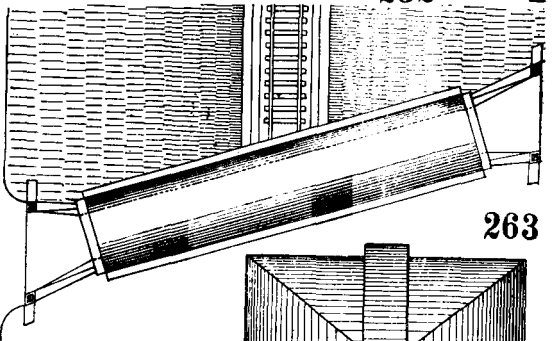
248



251

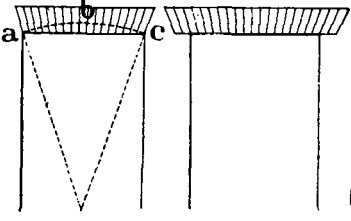


252

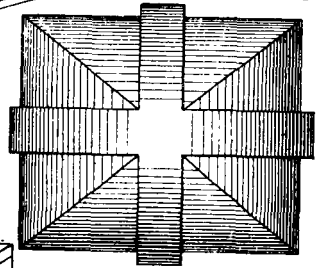


258

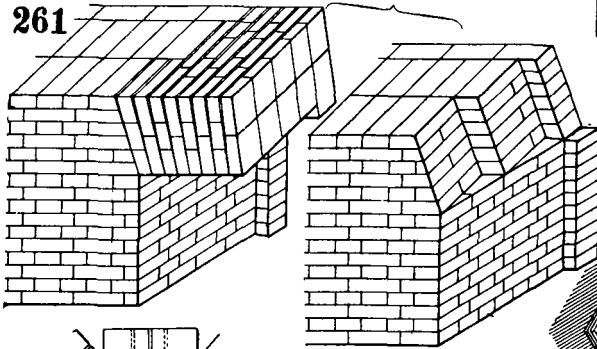
260



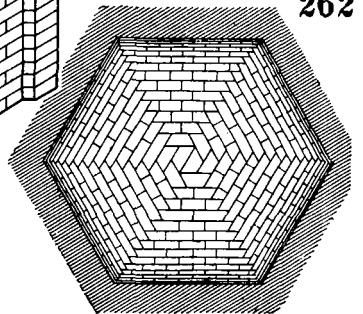
263



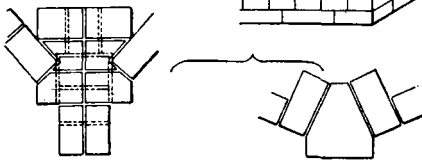
261



262

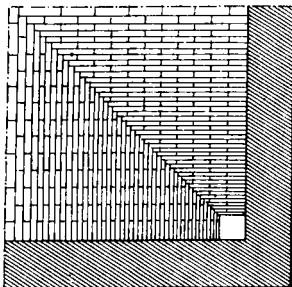


264

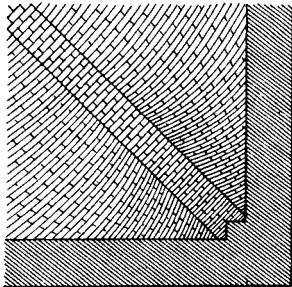




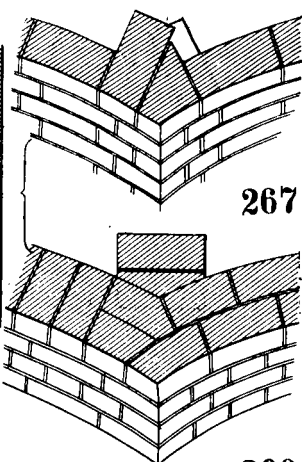
265



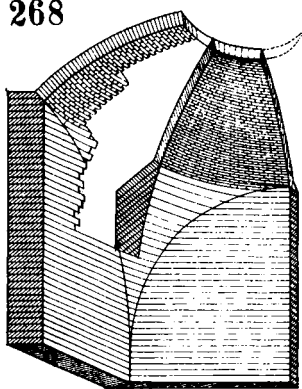
266



267



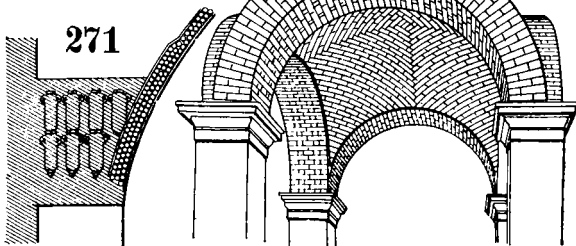
268



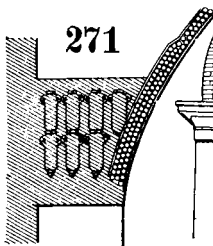
270



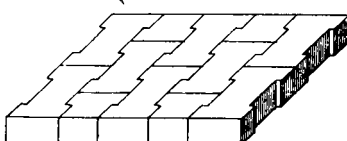
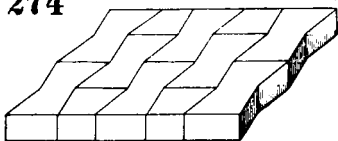
269



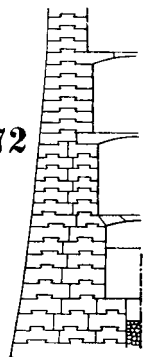
271



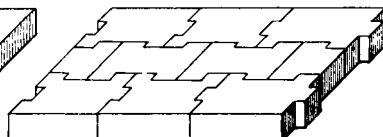
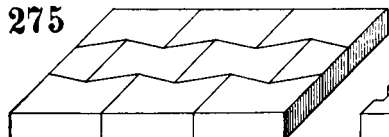
274



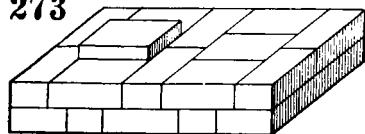
272



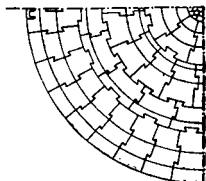
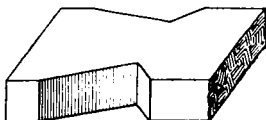
275

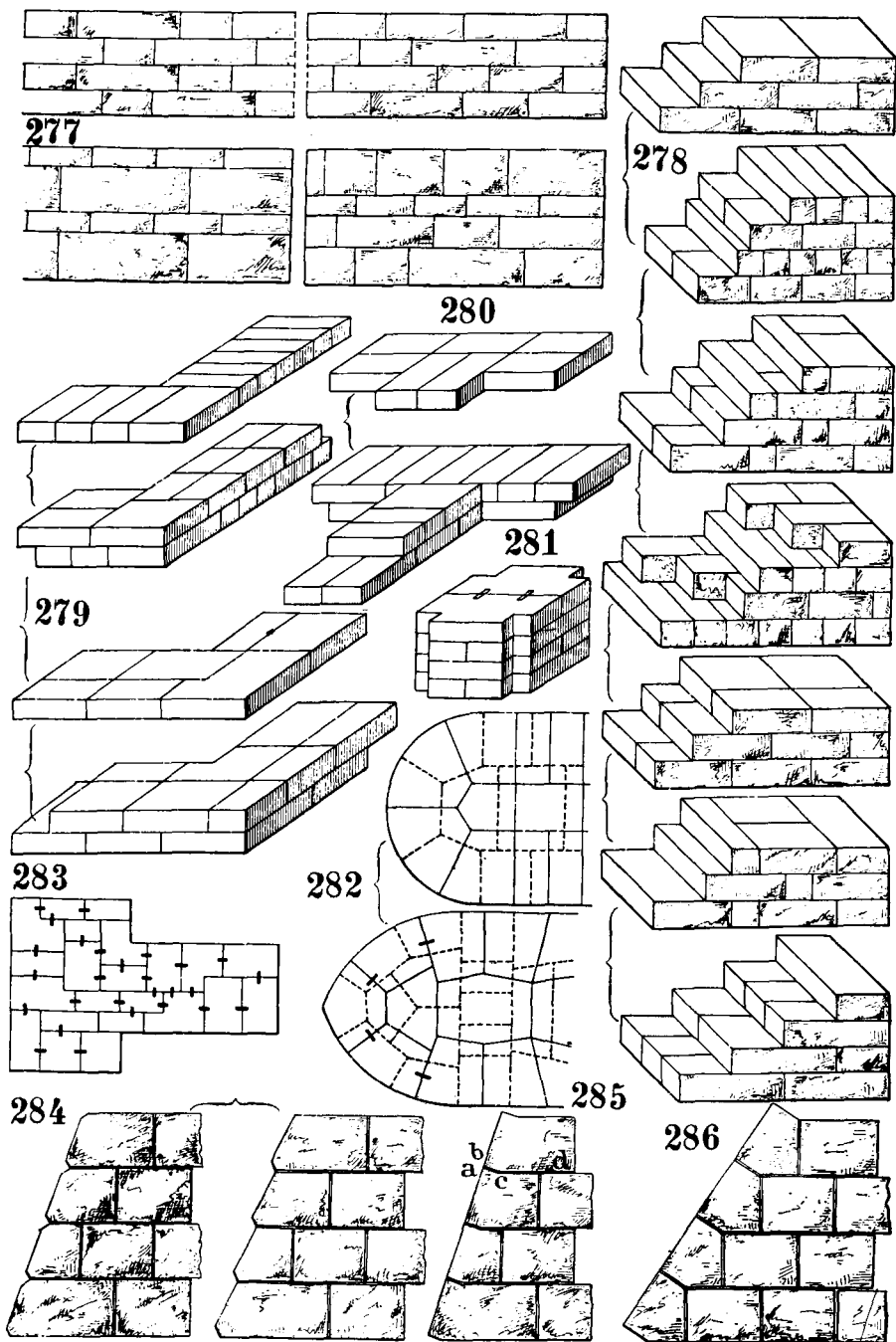


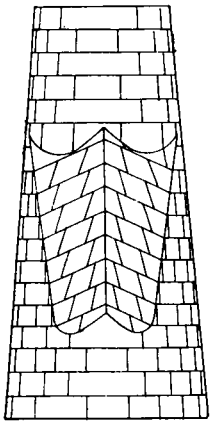
273



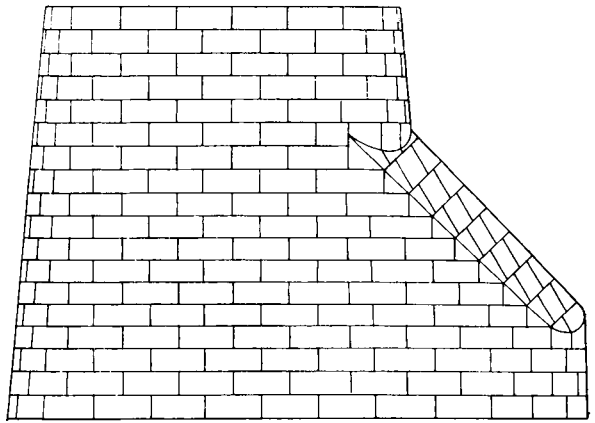
276



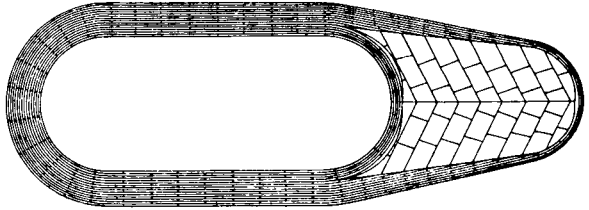
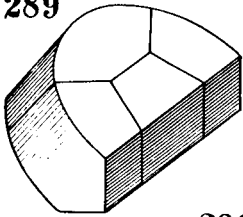




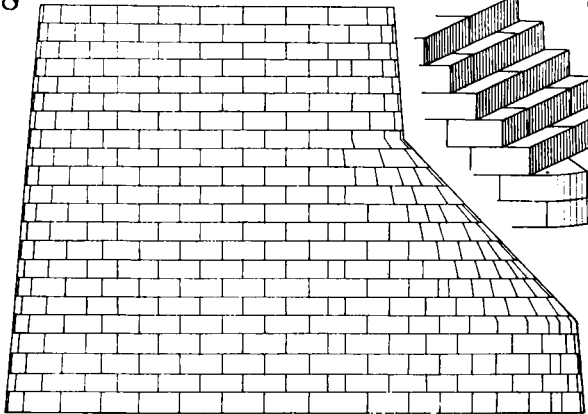
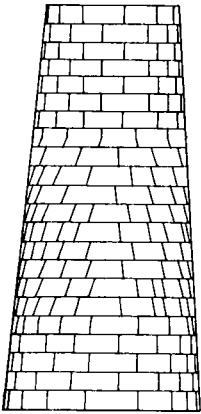
287



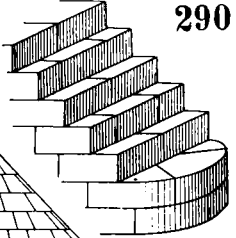
289



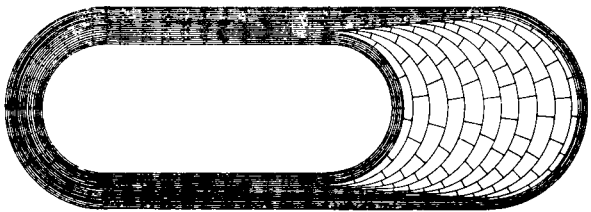
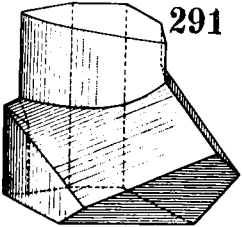
288

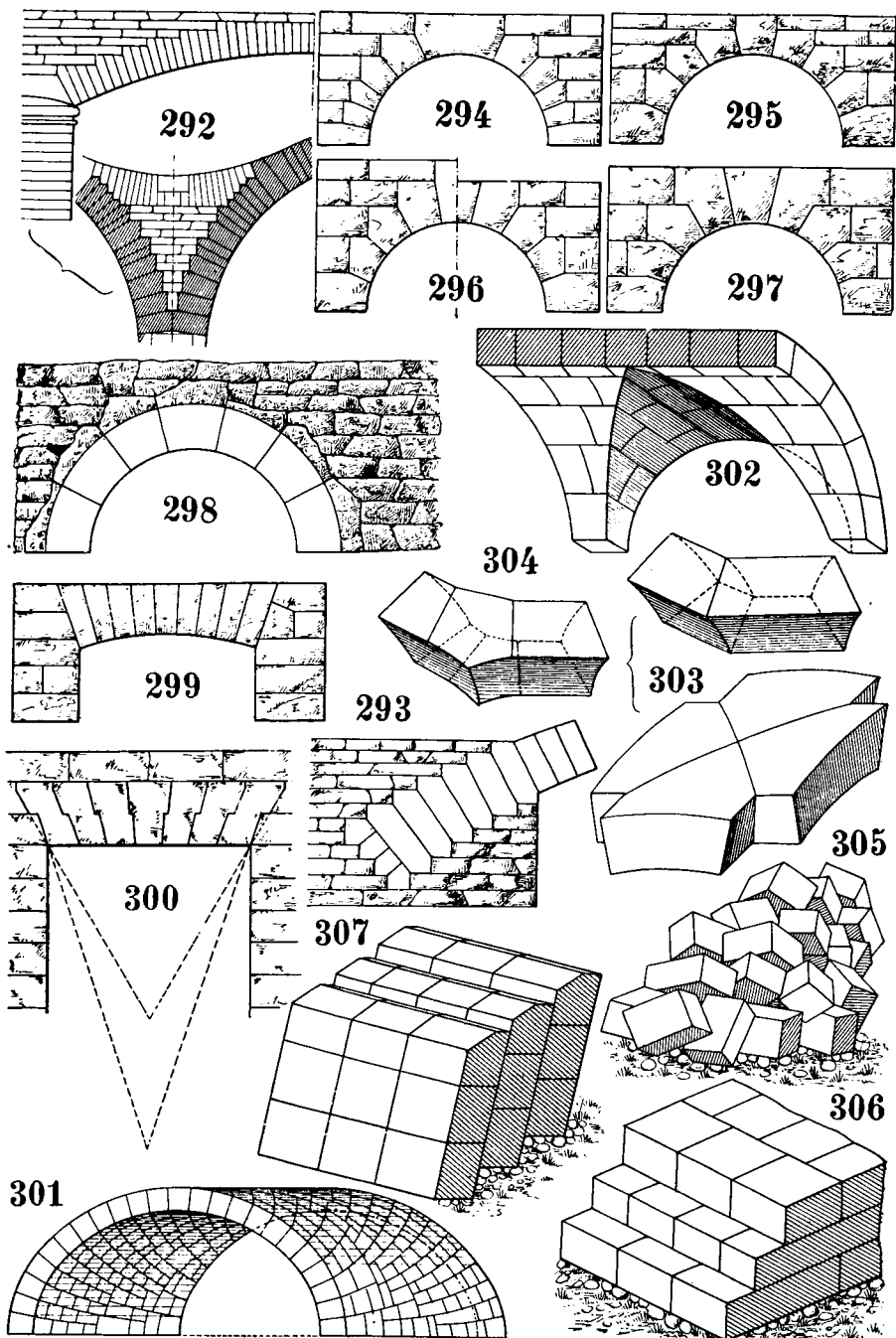


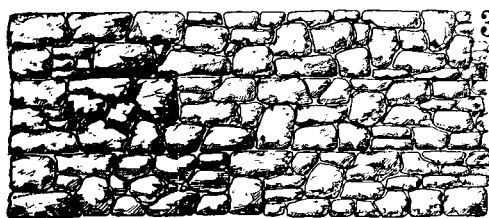
290



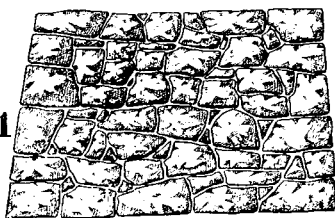
291



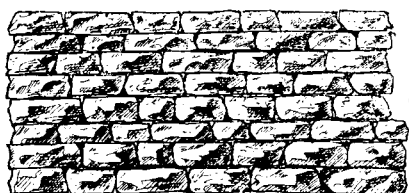




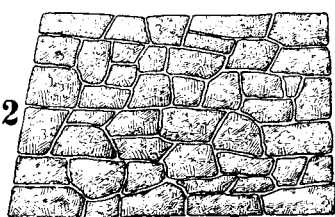
308



311



(a)

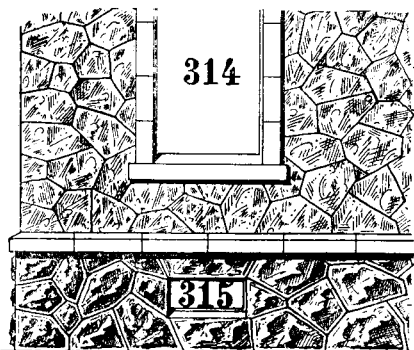


312



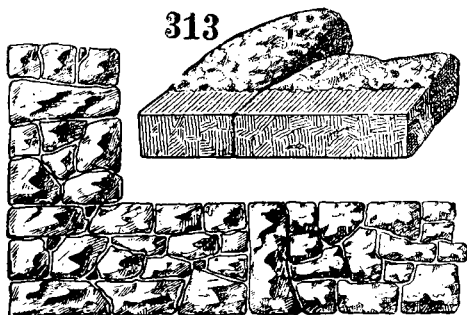
(b)

309



314

315

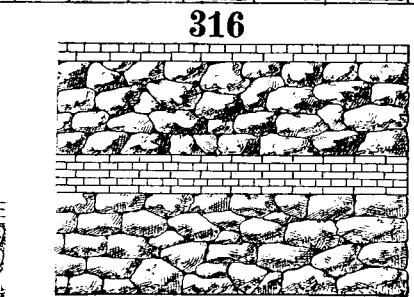
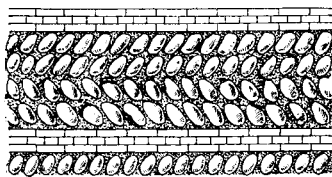


313

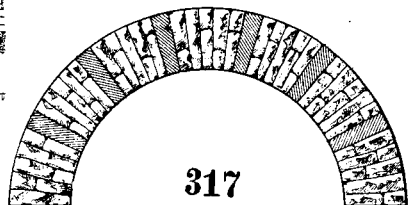
318



310



316



317

