

СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

А. А. Аракелян

Заполнение раствором шва кладки из крупных блоков
вибрированием

(Представлено А. Г. Назаровым 15.7.1957)

322

Обычные методы возведения кладки из крупных блоков имеют определенные недостатки и не могут полностью обеспечить прочность и плотность раствора в швах. Возведение кладки из крупных блоков осуществляется согласно ТУ 106—55 (1).

За время установки и выравнивания верхнего блока раствор, нанесенный на поверхность нижнего блока, может быстро загустевать вследствие водоотсасывания. Это ведет к нарушению сцепления раствора с блоками и существенному снижению монолитности кладки.

В целях ликвидации этих недостатков на строительстве в Армянской ССР для возведения кладки из крупных блоков стали применять метод заливки швов кладки раствором литой консистенции.

Как только монтаж первого (нижнего) ряда кладки из крупных блоков заканчивается, устанавливается насухо второй (верхний) ряд блоков и выравнивается по уровню и отвесу. После этого через вертикальные швы блоков заливается литой раствор, который под собственным напором просачивается в горизонтальные швы блоков.

Опыты показывают, что при обычном методе возведения кладки из интенсивно водопоглощающих штучных камней, сцепление камня с раствором получается сравнительно высокое в случае применения растворов литой консистенции (2).

Вязкость литого раствора очень низкая, поэтому под влиянием адсорбции пористого камня цементное тесто в состоянии глубже заходить между гребенками поверхности камня. Этим самым увеличивается величина площади контакта камня и раствора, ведущая к увеличению сцепления.

При пластических же растворах вследствие их большой вязкости величина площади контакта получается значительно меньшей, следовательно и меньше сила сцепления камня с раствором.

Однако прочность и плотность самого раствора, которые имеют в целом определенное значение для монолитности и долговечности кладки, при литой консистенции сильно снижаются. Правда, лишняя вода из раствора литой консистенции отсасывается пористыми камнями-



ми, но все же раствор чувствительно теряет свою прочность и плотность по сравнению с прочностью и плотностью раствора пластичной консистенции, так как уплотнение раствора литой консистенции после отсоса воды вовсе не происходит пропорционально объему отсосанной водой.

Ниже, в табл. 1, приведены результаты экспериментальных работ, подтверждающие высказанное положение.

Кубики размерами $7 \times 7 \times 7$ см изготавливались из растворов пластичной (погружение конуса СтройЦНИЛ 9—10 см) и литой (погружение облегченного конуса весом 250 г—12 см) консистенции на пористом основании (туфовые плитки с водопоглощением 10—12%), хранились в воздушных условиях ($t = 18 \pm 2^\circ\text{C}$ и $p = 75 \pm 5\%$) и испытывались на сжатие после 28-дневного твердения.

Марка портландцемента, примененного в растворах— „200“. Из данных табл. 1 вытекает, что прочность растворов пластичной консистенции примерно в 2 раза и плотность (объемные веса) примерно на 7—10% больше, чем соответственно у растворов литой консистенции. А объемные изменения получаются чувствительно больше у растворов литой консистенции.

Очень часто объемные изменения литого раствора могут вызывать отрыв его от поверхности блоков, чем нарушается монолитность кладки.

Литой раствор от поверхности верхнего блока или штучного камня не будет отрываться лишь в том случае, если капиллярная сила, возникающая в камнях при их отсосе влаги, будет достаточна для прилипания раствора к поверхности камня или блока. Однако в этом случае плотность раствора в контактных зонах увеличится, а в средних частях шва сильно уменьшится, т. е. получается неравнопрочный и неодинаковый плотный шов по толщине.

Но, как известно, отсасывающая сила пористого камня зависит от вида породы и не всегда бывает достаточной, тем более в осенних и весенних сезонах строительства, когда стеновые блоки или камни бывают влажные, не говоря уже о зимней кладке, где вовсе запрещается применение литого раствора.

Таким образом требуемое качество кладки, особенно из крупных блоков, возводимой с применением раствора литой консистенции, обеспечить полностью нельзя, тем более, что качество самого раствора сильно ухудшается (см. табл. 1). Помимо этого седиментация раствора литой консистенции происходит настолько быстро, что необходимо бывает раствор на строительстве перед применением непрерывно перемешивать. Качество раствора обуславливается не количеством оставшейся в нем воды (после отсоса пористыми камнями), а количеством той воды, которая вносится в раствор в начале затворения замеса. Это доказывают также опыты М. З. Симонова⁽³⁾. Поэтому в целях полного обеспечения качества кладки из крупных блоков следует применять раствор не литой, а пластичной консистенции, но с обязательным применением вибрации для заполнения швов раствором.

Таблица 1

Показатели растворов пластичной и литой консистенции

| Наименование песка, примененного в растворах | Расход вяжущих материалов в кг на 1 м ³ затвердевшего раствора при консистенции | | | | Объемный вес раствора (в т/м ³) | | | | Объем кубиков затвердевш. раствора при консистенции | | Отношение объемов затвердевших растворов литой и пластичной консистенции | Прочность при сжатии после 28 дн. хранен. растворов при консист. | |
|--|--|--------------|--------|--------------|---|-------|---------------------------------|-------|---|-------|--|--|-------|
| | пластичной | | литой | | свежего, при консистенции | | затвердевшего, при консистенции | | пластичн. | литой | | пластичн. | литой |
| | цемент | извест. шлам | цемент | извест. шлам | пластичн. | литой | пластичн. | литой | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| Кварцевый речной | 50 | 194 | 46,5 | 180 | 1,99 | 1,83 | 1,80 | 1,64 | 328 | 289 | 0,88 | 4,5 | 2,0 |
| | 150 | 126 | 140 | 118 | 2,03 | 1,86 | 1,87 | 1,76 | 333 | 292 | 0,88 | 17,5 | 6,5 |
| | 262 | 61 | 240 | 56 | 2,09 | 1,99 | 1,96 | 1,81 | 325 | 303 | 0,93 | 58 | 2,0 |
| Анийская пемза | 50 | 196 | 46,5 | 177 | 1,51 | 1,47 | 1,16 | 1,1 | 321 | 302 | 0,93 | 16,6 | 5,0 |
| | 153 | 128 | 140 | 114 | 1,55 | 1,47 | 1,24 | 1,10 | 329 | 303 | 0,92 | 34 | 19,5 |
| | 262 | 61 | 242 | 57 | 1,58 | 1,51 | 1,29 | 1,20 | 334 | 297 | 0,89 | 68 | 47,5 |
| Ереванский туф | 53 | 208 | 50 | 200 | 1,68 | 1,64 | 1,39 | 1,33 | 329 | 300 | 0,91 | 7,5 | 3,5 |
| | 160 | 135 | 160 | 137 | 1,76 | 1,69 | 1,54 | 1,44 | 337 | 295 | 0,88 | 21 | 11,5 |
| | 276 | 64 | 260 | 62 | 1,79 | 1,71 | 1,55 | 1,49 | 331 | 312 | 0,94 | 67,5 | 49,5 |

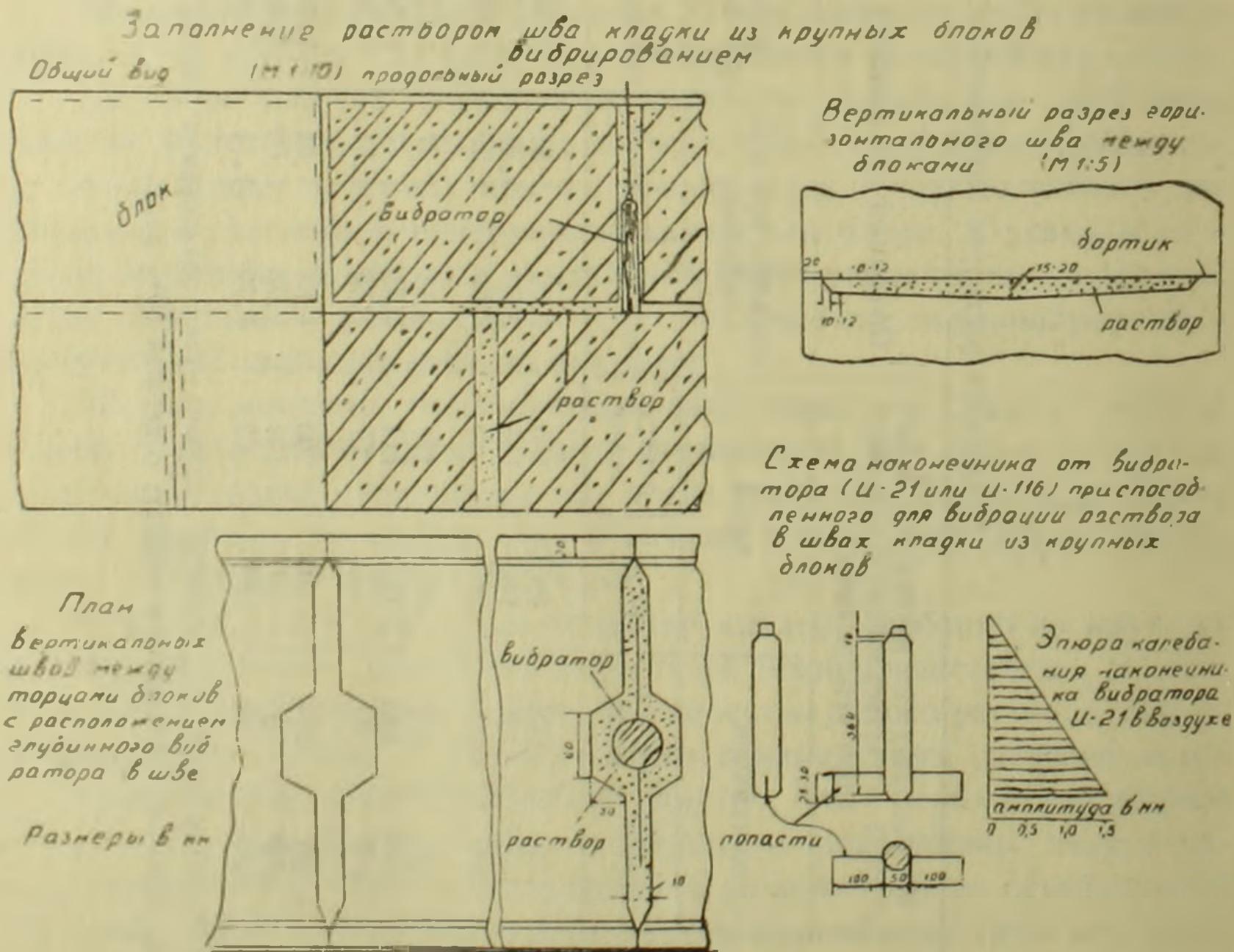
Примечание: 1. Раствор литой консистенции получен путем разжижения раствора пластичной консистенции дополнительным количеством воды.
2. Шлам, примененный в опытах, содержал 50% воды.

Как известно, при вибрации раствора сильно уменьшается внутреннее трение между его частицами, цементное тесто сильно теряет свою вязкость и переходит в состояние структурной жидкости, в силу чего поверхность камня в значительной степени смачивается цементным тестом и в максимальной степени создается тесный контакт, ведущий к увеличению нормального сцепления раствора с камнем. Вибрация дает возможность раствору принять необходимую подвижность без дополнительного количества воды.

Эффект вибрационной укладки мы имеем также в бетонах на пористых заполнителях (4, 5).

Для установления возможности заполнения раствором шва кладки из крупных блоков вибрированием, нами были проведены опыты, описания которых приведены ниже. Крупные блоки были изготовлены с пазами по торцам и бортиками по их верхней поверхности. Благодаря бортикам при сухой укладке блоков образуется зазор в горизонтальных швах толщиной 15–20 мм. Вертикальные швы между блоками получаются в виде шпонок размерами 6×7 см (фиг. 1).

В вертикальный шов вливается раствор пластичной консистенции (погружение конуса СтройЦНИЛ 10–11 см) и подвергается вибри-



Фиг. 1.

рованию глубинным стержневым высокочастотным вибратором И—21. Общий вес вибратора 30 кг. Вибрирующий наконечник вибратора представляет собой сварной корпус, внутри которого вращается экс-

центричный вал, создающий колебания наконечника, имеющего вес 4,4 кг и диаметр 50 мм.

Амплитуда колебаний наконечника в воздухе показана на фиг. 1 (заимствована из работы А. Е. Десова (6)). Колебания наконечника достигают до 7000 в минуту. Для наших опытов конец наконечника снабжен лопастями из двухмиллиметрового листового железа. При колебании вибратора, раствор пластичной консистенции приобретает свойства жидкой массы и под действием импульсивных толчков, возникающих при вибрировании, нагнетается в горизонтальные швы крупных блоков.

Опыт показал, что при толщине шва 15—20 мм можно пластичный раствор вибрированием нагнетать по горизонтальным швам на расстояние 100—120 см с каждой стороны наконечника вибратора.

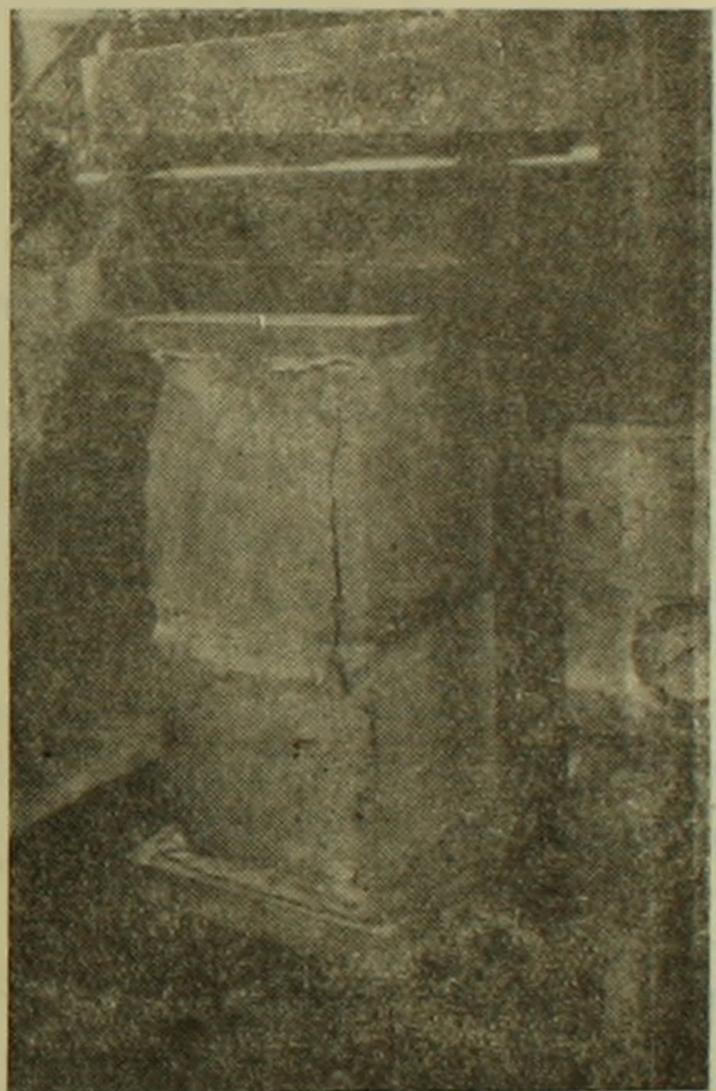
Для получения хорошего сцепления и безотказного перемещения раствора по швам при его вибрировании, необходимо предварительно поверхность блоков смочить и промыть от пыли водой. Опытные столбики с одним горизонтальным швом были изготовлены из 2 блоков марки „50“. Раствор марки „50“ был изготовлен на туфовом песке и портландцементе марки „300“ и применен для изготовления столбов пластичной и литой консистенций.

После установки и выравнивания верхнего блока над нижним, шов первого столба заливался литым раствором, а второго — пластичным, с применением вибрации.

Через 28 дней хранения на воздухе, столбы были испытаны на сжатие (фиг. 2). Одновременно с этим были изготовлены кубики размером 7×7×7 см на пористом основании из применяемого в столбах раствора пластичной и литой консистенций и испытаны в день испытания столбов.

Результаты испытаний столбов и контрольных кубиков приведены в табл. 2.

Для проверки нормального сцепления раствора с камнем по методике, описанной в работе (2), были изготовлены восьмерки из двух туфовых камней, имеющие форму правильной усеченной пирамиды, с заполнением шва раствором литой и пластичной консистенций. Толщина шва была принята 25—30 мм. Шов заливался литым раствором без вибрации и пластичным с применением вибрации. Были применены растворы марок „50“ и „25“, приготовленные на туфовом песке и портландцементе марки „300“. Изготовленные восьмерки после выдержки на воздухе в течение двух суток пропаривались и испытыва-



Фиг. 2.

Таблица 2

Результаты испытания столбиков, возведенных на растворе литой и пластичной консистенций

| Консистенция применяемого раствора | Прочность раствора, изготовленного на пористом основании в кг/см ² | Объемн. вес затвердевшего раствора, в т/м ³ | Прочность бруток блоков на сжатие в кг/см ² | Прочность кладки на сжатие в кг/см ² | | Характер появления трещин | Ожидаемая прочность кладки на сжатие в кг/см ² по ННТУ 120—55 (7) |
|------------------------------------|---|--|--|---|----------------------|---|--|
| | | | | прочн. при трещине | предельная прочность | | |
| Литая | 38 | 1,63 | 58 | 19 | 25 | Вертикальные трещины по краям столбика (фиг. 2) | 40 |
| Пластичная | 74 | 1,71 | 58 | 30 | 48 | Вертикальные трещины по середине столбика | 40 |

Таблица 3

Нормальное сцепление раствора с туфовым камнем

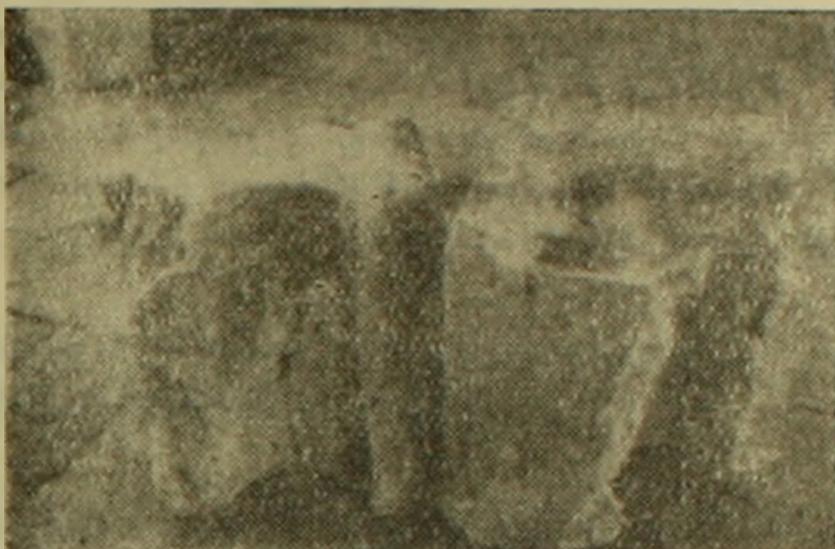
| Характеристика раствора | | | Состояние туфового камня для изготовления восьмерок | Прочность восьмерок на разрыв в кг/см ² (среднее из 3-х) | Характер разрыва | Метод заполнения шва восьмерок |
|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---|---|------------------|--------------------------------|
| Консистенция (свежего раствора) | Прочность в кг/см ² | Объемный вес в т/м ³ | | | | |
| Пластичная | 56 | 1,80 | Сухое, с высокой интенсивностью водопоглощения | 4,10 | По камню | Вибрированием |
| Литая | 36 | 1,75 | . | 3,85 | По раствору | Заливкой |
| Пластичная | 38 | 1,75 | Увлажненное, выдержан. в воде 25—30 минут | 1,70 | По раствору | Вибрированием |
| Литая | 28 | 1,66 | . | 1,2 | . | Заливкой |
| Пластичная | 54 | 1,75 | Увлажненное, выдержан. в воде 5—10 минут | 4,5 | По раствору | Вибрированием |
| Литая | 38 | 1,63 | . | 3,5 | . | Заливкой |

лись на разрыв. Одновременно были изготовлены кубики 7×7×7 см на пористом основании и, после их пропарки, испытаны на сжатие.

Результаты испытаний восьмерок и кубиков приведены в табл. 3.

На основании данных табл. 2 и 3 можно отметить следующее:

1) прочность кладки, возведенной на растворе пластичной консистенции с применением вибрации, значительно выше прочности кладки, возведенной на литом растворе; низкую прочность кладки на литом растворе следует объяснить и тем, что по причине объемных изменений раствор отходит от поверхности верхнего блока (фиг. 3) и сжимающая сила при испытании столбика передается на блок преимущественно по бортам, что и вызывает появление трещины по краям столбика (фиг. 2);



Фиг. 3.

2) нормальное сцепление камня с пластичным раствором вибрационной укладки получается выше, по сравнению со сцеплением при литом растворе, особенно в тех случаях, когда интенсивность водонасыщаемости камня низкая;

3) преимущество вибрационного метода возведения кладки доказывают также опыты, приведенные в работе (8); прочность кирпичной кладки из крупных блоков вибрационного изготовления получается примерно в 2 раза больше прочности кладки, возведенной обычными способами; помимо этого раствор в швах вибрационной укладки получается равнопрочным и по плотности равномерным, что ведет к чувствительному уменьшению деформативности кладки, стремящейся к линейной зависимости от напряжения (8).

В заключение следует отметить, что вибрационный метод заполнения раствором шва кладки из крупных блоков ускорит производство работ, уменьшит расход дефицитного вяжущего — портландцемента в конструкциях кладки и чувствительно повысит ее долговечность, монолитность и прочность.

Институт стройматериалов и сооружений
Академии наук Армянской ССР

Հ. Ա. ԱՌԱՔԵԼՅԱՆ

Խոշոր բլուկային շարվածքի կարանները շաղախով լցնելը վերացիայով

Պոլուժյունն ունեցող մեթոդները շարվածքի կարանները շաղախով լցնելու համար չեն ապահովում շարվածքի որակը:

Թերուժյունները վերացնելու համար առաջարկվում է կարանները շաղախով լցնել վերացիայի միջոցով:

Շարվածքի համար շաղախը պետք է գործածել պլաստիկ կոնսիստենցիայով, որովհետև ինչպես ցույց են տալիս փորձերը, պլաստիկ կոնսիստենցիայի շաղախի որակն անհամեմատ ազելի բարձր է ստացվում քան ջրիկ շաղախինը:

Երկու բլուկներով կազմված վերտիկալ կարանի մեջ լցվում է պլաստիկ շաղախը և միաժամանակ այն ենթարկվում վերացիայի խորքային, բարձր հաճախականությամբ

ունեցող վիրրատորի ծայրոցով: Ծայրոցին ամրացված են 2 թիթեղյա փոքրիկ թևեր՝
ծայրոցի տատանումները շաղախին մեծ մակերեսով հաղորդելու նպատակով:

Շաղախը վիրրացիայի ազդեցութեան տակ կորցնում է իր մասնիկների մեջ եղած
շփման ուժն զգալի չափով և վերածվում հեղուկ դրութեան, միաժամանակ ծայրոցի հար-
վածների տակ շարժվում է շարվածքի հորիզոնական կարանով:

Ինստիտուտում տարված փորձերը ցույց տվեցին, որ վիրրացիայի միջոցով շաղախը
կարելի է մղել հորիզոնական կարաններով ծայրոցից 100—120 սմ հեռավորութեամբ:

Բլոկների մակերեսները նախորոք թրջվում, մաքրվում են փոշուց ջրի միջոցով,
որը զգալի չափով օժանդակում է շաղախին հորիզոնական կարաններով շարժվելուն:

Անշուշտ վիրրացիայի միջոցով հնարավոր է խոշոր բլոկային շարվածքի որակը
զգալի չափով բարձրացնել:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ Технические условия на производство и применение крупных стеновых бетонных блоков. (ТУ 105—55). ² В. А. Степанян, Нормальное сцепление раствора с камнем. Изд. АН АрмССР, Ереван, 1950. ³ М. З. Симонов, „Известия АН АрмССР“, том VI, № 4, 1953. ⁴ А. А. Аракелян, „Труды совещания по теории технологии бетонов“. Ереван, 1956. ⁵ А. А. Аракелян, Основные свойства гидротехнического бетона на литоидной пемзе. Сборник трудов „Гидротехнический бетон на литоидной пемзе“. В печати. ⁶ А. Е. Десов, Вибрированный бетон. Госстройиздат, М. 1956. ⁷ Нормы и технические условия проектирования каменных и армокаменных конструкций (НиТУ 120—55). ⁸ Л. Н. Пинцель, П. М. Киселев, Н. В. Мельников, О вибрированных кладках крупных кирпичных блоков. „Новая техника и передовой опыт в строительстве“, № 3, 1957.