

НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

В. М. Худавердян

Об измерении консистенции легких бетонов*

Одним из основных требований, предъявляемых строительным производством к бетону, является требование консистенции.

Как известно, консистенция бетона задается условиями производства: способом укладки, характером бетонизируемой конструкции и т. д.

Для измерения консистенции бетона предложено много способов. Разнообразие и многочисленность этих способов объясняется тем, что каждый из них численно характеризует одно или два свойства бетонной массы. Свойств же этих — изрядное количество: растекаемость под действием собственного веса, удобство заполнения форм, удобство перемещения по наклонным путям, легкость введения в бетон штыков, лопат и вибраторов, удобство перемешивания, нерасслаиваемость и т. д. Комплекс этих свойств и составляет понятие „консистенция“.

Из всех способов измерения консистенции обычного или тяжелого бетона наибольшее признание и распространение получил способ, основанный на определении осадки (сплыва) бетонного конуса под действием собственного веса. Большим успехом этот способ обязан своей подкупающей простоте, практичности и удобству.

Некоторые авторы усматривают недостаток и недостаточность этого способа в том, что он характеризует консистенцию бетонной массы на основе лишь одного свойства этой массы, не затрагивая других ее свойств.

Следует отметить, что различные свойства бетонной массы не независимы друг от друга, и каждый из них в известной мере предопределяет другие свойства массы. Конус, характеризуя один из основных и важнейших для строительного производства свойств бетонной массы — спływ под действием собственного веса, дает представление также и о связности этой массы. Он дает возможность с достаточной для практики точностью измерять консистенцию пластичных тяжелых бетонов. Нормальный конус ($d = 10$ см, $D = 20$ см,

* Доложено на научной сессии Института Строительных Материалов и Сооружений Академии Наук Армянской ССР 18—19 ноября 1946 г.

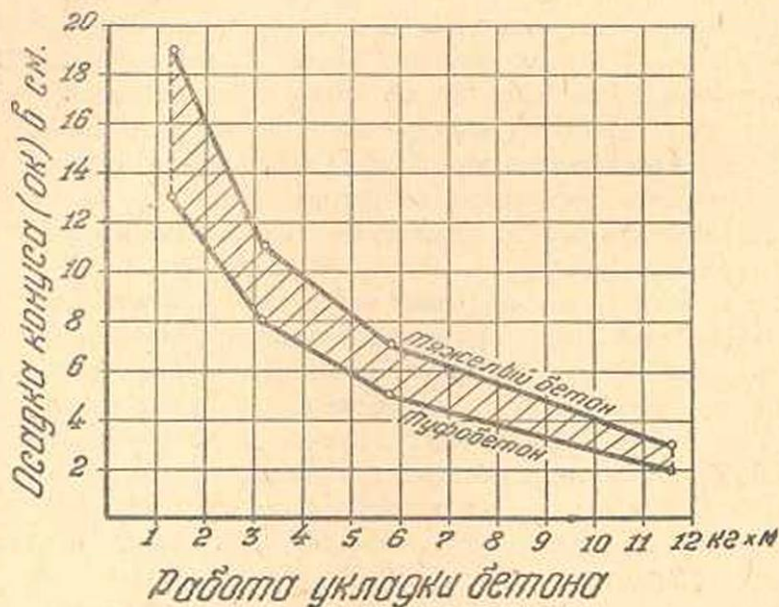
$H = 30$ см) составляет неизменную принадлежность любой полевой и исследовательской лаборатории бетона и узаконен ОСТ 90050—39.

Что касается легких бетонов и, в частности, пемзобетона и туфобетона, то измерение консистенции их обычно производится также нормальным конусом.

Наша многолетняя работа в области легких бетонов приводит к выводу, что нормальный конус дает преуменьшенные числовые характеристики консистенции легких бетонов по сравнению с тяжелыми бетонами.

Для краткости и ясности дальнейшего изложения введем термин „равноконсистентные“ бетоны, подразумевая под этим такие бетонные массы, для укладки коих в идентичные формы требуется затрата одинаковой работы при одинаковых же способах укладки.

При измерении консистенции конусом легкий бетон дает меньшую осадку, нежели „равноконсистентный“ с ним тяжелый бетон. Это наглядно видно из результатов наших опытов, представленных на фиг. 1. По горизонтальной оси отложена характеристика удобо-



Фиг. 1.

укладываемости (консистенции) бетона—работа в $\text{кг}/\text{м}$, необходимая для превращения встряхиванием бетонного конуса в неполный кубик на приборе проф. Б. Г. Скрамтаева, по вертикальной оси—осадки конуса (ОК)* в см. Заштрихованная площадь указывает отставание осадки туфобетона по сравнению с тяжелым бетоном.

* В дальнейшем принято обозначение: „ОК“—осадка конуса.

Как в этих, так и в других наших опытах (см. ниже), подбор составов равноконсистентных бетонов производился при помощи прибора Скрамтаева. На верхней деревянной площадке устанавливалась железная форма $20 \times 20 \times 20$ см, в которую вставлялся освобожденный от нижних лапок нормальный конус с уменьшенным на 2—3 мм нижним диаметром. После наполнения конуса бетоном и съема его бетон подвергался встряхиванию. Признаком равноконсистентности двух бетонных масс считалась затрата одинаковой работы для превращения конусов этих бетонов в неполные кубики. Равноконсистентность достигалась изменением водной добавки.

Из фиг. 1 можно усмотреть, что если две пластичные массы из легкого и тяжелого бетона обладают одинаковой ОК, то они на самом деле являются „равноконсистентными“, при этом легкий бетон более пластичен.

Легкий бетон и, в частности, туфобетон обладает скрытой *пластичностью*, которая не обнаруживается при статическом измерении консистенции конусом, но выявляется при укладке бетона. Это подтверждается, например, тем, что туфобетон, обладающий видимой осадкой конуса в 4—5 см, укладывается в конструкцию так же хорошо, как и тяжелый бетон с осадкой конуса в 6—7 см.

Отставание осадки туфобетона и, вообще, легкого бетона, от осадки равноконсистентного с ним тяжелого бетона, очевидно, следует объяснить меньшим объемным весом легкого бетона.

При применении нормального конуса для измерения консистенции легких бетонов до сих пор обходили факт отставания осадки легкого бетона от осадки равноконсистентного с ним тяжелого бетона. Для легких бетонов молчаливо пользуются той же шкалой консистенции, что и для тяжелого бетона.

Как известно, по этой шкале тяжелый бетон полупластичной консистенции имеет ОК = 3 см, пластичный бетон — ОК = 7 см, полужидкой — ОК = 12 см, литой — ОК = 18 см. Эта же шкала в таком виде не может быть применена к легким бетонам. Так, например, туфобетон с ОК = 7 см по своей удобоукладываемости является более подвижным, нежели пластичный тяжелый бетон с той же ОК и консистенция его должна носить наименование, промежуточное между „пластичная“ и „полужидкая“.

Еще более значительны эти расхождения для пемзобетона.

Между тем, вопрос консистенции легких бетонов как для строительного производства, так и для исследовательской работы является важным и требует наведения здесь полного порядка.

Мы представляем себе три пути для разрешения этого вопроса.

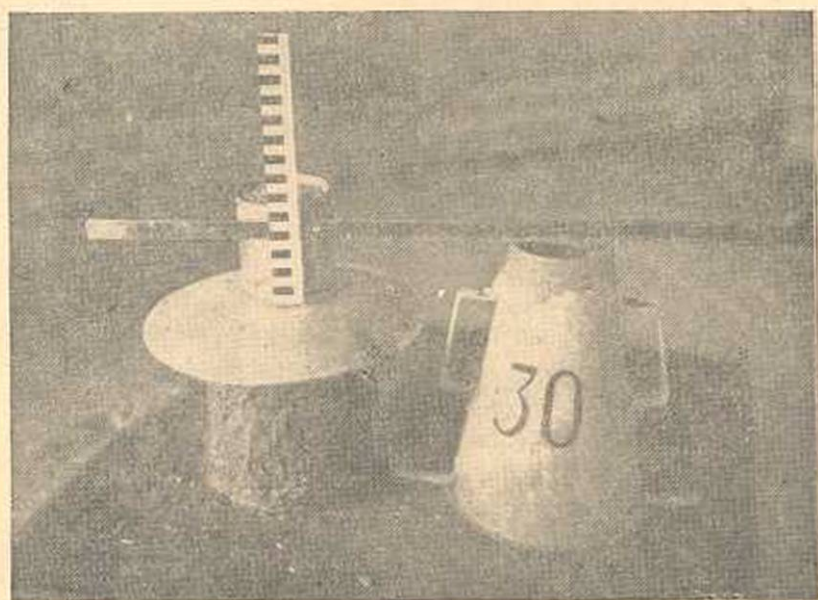
Можно было бы ввести особую шкалу консистенций для легких бетонов применительно к нормальному конусу. По такой шкале, например, консистенция туфобетона с ОК в 4—5 см носила бы наименование „пластичная“. Это явилось бы неудобным, ибо создало бы путаницу и разнотолк в хорошо установленные представления о вели-

чине ОК и наименовании консистенций. Пожалуй, пришлось бы ввести даже несколько шкал в зависимости от объемного веса легких бетонов. Принятие особой шкалы консистенции для легких бетонов явилось бы неудобным еще и потому, что при этом имелась бы меньшая возможность градации шкалы ввиду меньших осадок легких бетонов. Поэтому от этого пути следует отказаться.

Другой путь разрешения того же вопроса—загружение конуса легкобетонной массы.

Нами были поставлены соответствующие опыты, которые проводились для туфового и пемзового бетонов. В этих опытах осадки равноконсистентных тяжелого и легкого бетонов измерялись нормальным конусом, причем конус легкого бетона загружался грузом, вес которого подбирался так, чтобы осадка легкого бетона получилась бы равной осадке тяжелого бетона. Для удобства загрузки конуса бетона было сделано приспособление из кровельного железа в виде цилиндрической баночки емкостью 0,5 л, с припаянным к ее днищу кольцевым козырьком.

Опыты заключались в следующем: готовились две равноконсистентные бетонные массы из тяжелого и легкого бетона; нормальным конусом обычным способом определялась осадка тяжелого бетона. Параллельно с этим второй нормальный конус заполнялся легким бетоном и после съема его на конус бетона накладывалось вышеописанное приспособление (фиг. 2) и нагружалось дробью до



Фиг. 2.

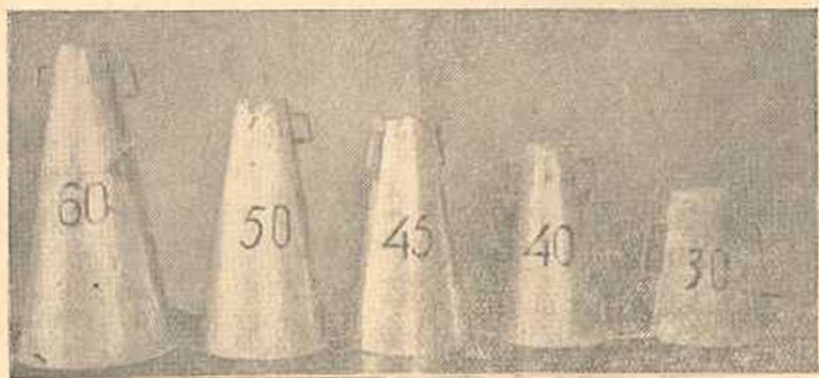
тех пор, пока осадка легкого бетона не становилась равной осадке тяжелого бетона. Определялся вес дробы, который вместе с весом приспособления и составлял нагрузку на конус легкого бетона.

Как среднее из нескольких определений была получена величина этой нагрузки, которая для туфобетона составляет 3,5 кг, для пемзобетона—4,5 кг.

Несмотря на полученные результаты, способ измерения консистенции легких бетонов загрузкой конуса не может быть рекомендован ввиду его непрактичности и сложности. Помимо того, при этом способе величина осадки легкого бетона зависит от случайного скопления наверху конуса раствора, или, наоборот, щебенки.

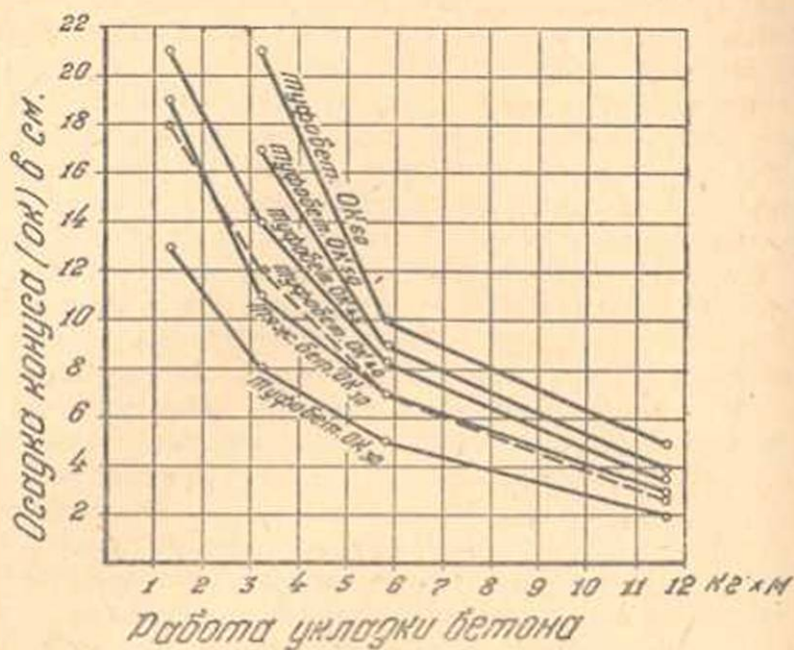
Третий путь решения того же вопроса—это отказ от нормального конуса для легкого бетона и введение для этого бетона конуса увеличенных размеров с тем, чтобы сохранить единую шкалу консистенций как для тяжелого, так и для легкого бетонов. Это значит, что для легкого бетона следует ввести конус таких размеров, чтобы осадка этого бетона при измерении его консистенции новым конусом совпала бы с осадкой равноконсистентного с ним тяжелого бетона, измеренной нормальным конусом. Это является удобным для производства и мы шли именно по этому пути.

Нами были поставлены специальные опыты. Цель этих опытов—экспериментальное установление размеров конусов для туфового и пемзового бетонов. Были изготовлены конусы высотой 40, 45, 50 и 60 см (фиг. 3). Угол наклона к вертикали образующего этих конусов и верхний диаметр их были приняты такие же, как и для нормального конуса.



Фиг. 3.

В наших опытах готовились равноконсистентные бетонные массы из тяжелого и легкого бетонов. Нормальным конусом определялась осадка тяжелого бетона. Осадку легкого бетона определяла нормальный конус и всеми конусами увеличенных размеров. Режим наполнения последних устанавливался соответственно их объему. Так, например, конус высотой 40 см (объем 9,23 л) наполнялся в 4 приема при 30 штыкований каждого слоя. На фиг. 4 представлены результаты этих опытов для тяжелого и туфового бетонов.



Фиг. 4.

По горизонтальной оси отложены числовые характеристики консистенций (работа укладки конуса бетона высотой 30 см в неполный кубик на приборе Скрамтаева встряхиванием), по вертикальной оси — осадки бетонов, измеренные разными конусами. На кривых индекс при ОК означает высоту конуса, которым определялась осадка бетона.

Как видим, к кривой тяжелого бетона наиболее приближается кривая туфобетона для конуса высотой 40 см. Эти кривые почти совпадают. На основании этого мы предлагаем для туфобетонов подвижных консистенций применять конус высотой 40 см. Верхний диаметр этого конуса 10 см, нижний диаметр—23,4 см.

Аналогичным образом нами установлены также размеры конуса для пемзобетона. Высота этого конуса 45 см, верхний диаметр—10 см, нижний—25 см.

Что касается других видов легких бетонов, то по объемному весу большинство их можно группировать вокруг туфового и пемзового бетонов. Поэтому для других видов легких бетонов с известным приближением можно принять те же конуса, которые установлены для туфового и пемзового бетонов. Это тем более возможно, что, как показали наши опыты с туфобетонами при различных туфах, небольшие колебания в объемном весе бетона вызывают малозаметные изменения ОК, не выходящие за пределы точности самого измерения осадки.

Введением конусов увеличенных размеров мы сохраним единую

шкалу консистенций для тяжелого и легкого бетонов, причем все равноконсистентные бетоны будут обладать одинаковыми числовыми характеристиками консистенции (ОК).

Институт Строительных Материалов и Сооружений
Академии Наук Армянской ССР

Վ. Մ. ԽՈՒՂԱՎԵՐՂՅԱՆ

ՔԵՔԵՎ ԲԵՏՈՆՆԵՐԻ ԿՈՆՍԻՍՏԵՆՑԻԱՅԻ ԶԱՓՄԱՆ ՄԱՍԻՆ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Քեքե բետոնների կոնսիստենցիան կոնով չափելիս ստացվում է ալի-
լի փոքր նստվածք, քան հավասարակոնսիստենտ ծանր բետոնի դեպքում:
Այդ թերությունը վերացնելու և բոլոր բետոնների համար կոնսիստեն-
ցիայի միասնական ցուցնակ սահմանելու նպատակով առաջարկվում է, ի
տարբերություն ծանր բետոնների, որոնց կոնսիստենցիան չափվում է
նորմալ կոնով, թեքե բետոնների կոնսիստենցիան չափել մեծացրած չա-
փերի կոներով:

Հեղինակի փորձերը ցույց են տվել, որ տուֆաբետոնի և պեմզաբե-
տոնի համար պետք է ընդունել համապատասխանաբար 40 սմ և 45 սմ
բարձրություն ունեցող կոներ: Վերջիններիս վերին տրամագիծը և ծնիչի
թեքության անկյունը նույնն են, ինչ և նորմալ կոնինը: