

Метод определения содержания влаги в сыпучей смеси и коррекция водоцементного соотношения при изготовлении бетона

В статье изложен метод определения влаги в сыпучей смеси без применения аппаратуры для измерения влажности.

изготовление бетона, бетонные конструкции, влажность, измерение влажности сыпучих смесей

В настоящее время при изготовлении бетона используется весовое дозирование его компонентов – цемента, воды, щебня, песка и химических добавок. Весовое дозирование сыпучих смесей дает погрешность измерения веса по паспортным данным менее 0,5%. Данная погрешность соответствует требованиям ГОСТ.

Весовое дозирование компонентов бетонной смеси является наиболее простым и используется во всех бетоносмесительных установках [2].

Бетонная смесь, приготовленная с использованием технологии весового дозирования соответствует стандартам при условии, что содержание влаги в сыпучих смесях не превышает установленных норм и описывается выражением:

$$Vb = \sum_{i=1}^n k_i I_i, \quad (1)$$

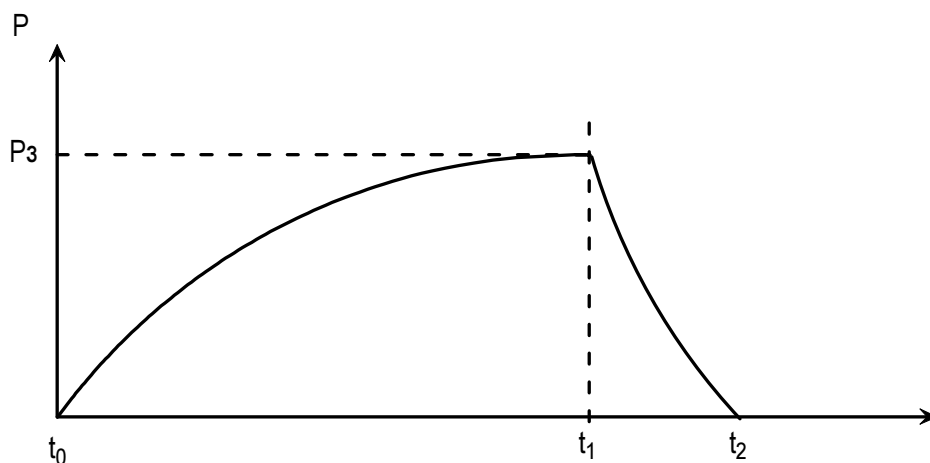
где Vb – объем бетонной смеси;

n – количество ингредиентов (компонентов) бетонной смеси;

k – коэффициент содержания ингредиента в бетонной смеси;

I – ингредиент бетонной смеси.

На рисунке 1 представлен процесс весового дозирования сыпучей смеси:



P_z – заданный вес сыпучей смеси, t_0 – начало весового дозирования, t_1 – разгрузка

Рисунок 1 – Процесс весового дозирования сыпучей смеси

Сыпучие смеси, такие, как песок и щебень, хранятся под открытым небом и транспортируются по железной дороге в открытых вагонах и платформах. Сыпучие смеси подвергаются воздействию дождя, снега и росы.

Сыпучие смеси имеют неровную поверхность, которая удерживает влагу. Песок имеет капиллярные свойства, которые способствуют удержанию влаги в его объеме.

Прочность бетона в конкретном изделии проверяется на тестовом образце объемом 1 дм³. Прочность образца может соответствовать всем требованиям, но в большом объеме изделия могут встречаться пустоты различной величины – от нескольких десятков микрон до нескольких сантиметров.

Пустоты значительно снижают прочность изделия, так как через них к арматуре изделия поступает вода, металл подвергается коррозии и под воздействием нагрузок изделие разрушается.

Причиной появления пустот является низкая текучесть бетона при укладке (удобоукладываемость). Низкая текучесть обусловлена недостаточным содержанием песка в бетонной смеси, что является следствием весового метода дозирования, при котором не учитывается объемное соотношение компонентов в бетонной смеси, а только их весовое соотношение.

Скрытые дефекты большого размера можно обнаружить аппаратурой контроля качества изделия, но после того, как изделие прошло весь технологический цикл [1].

При заливке бетона в опалубку на строительном объекте, контроль качества бетона весьма затруднен, что приводит к разрушению объекта, человеческим жертвам и большим материальным потерям в случаях, когда в бетонных конструкциях имеются скрытые дефекты.

Проблема состоит в том, что при изготовлении бетонной смеси не учитывается влага, находящаяся в сыпучей смеси.

Поскольку в песке содержание влаги может достигать 15%, то объем содержания песка в бетонной смеси соответственно уменьшается на величину:

$$V_x = \frac{P_z * W\%}{100} * \rho, \quad (2)$$

где V_x – недостающий объем песка в бетонной смеси;

P_z – заданный вес песка в соответствии с рецептом;

$W\%$ – процент содержания воды в песке;

ρ – удельный насыпной вес сухого песка.

То есть, нарушаются коэффициенты k_i в выражении (1), что выражается в нарушении межкомпонентного соотношения (МКС) и водоцементного соотношения (ВЦС) в бетонной смеси.

Некоторые современные бетоносмесительные установки оснащены оборудованием для измерения влажности сыпучих смесей.

Однако датчик влажности измеряет влажность только в ограниченном объеме сыпучей смеси и в полной мере не решает проблемы определения влажности сыпучих смесей, особенно в условиях дождя или снега.

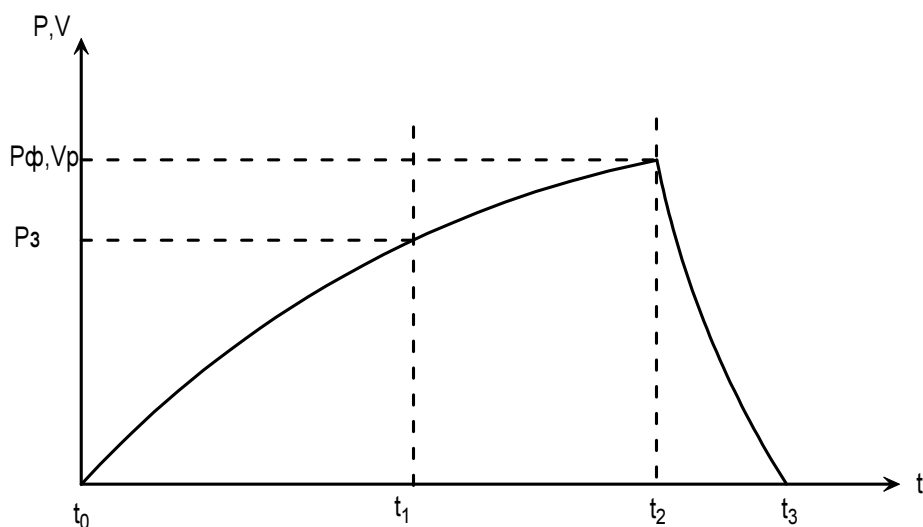
Задача состоит в решении проблемы определения влажности по всему объему сыпучей смеси, устранении нарушения МКС и ВЦС.

Решением проблемы является предлагаемый метод удельно-весового объемного дозирования (новый термин) который позволяет отказаться от использования влагоизмерительного оборудования.

С достаточной точностью известна удельная плотность каждого компонента сыпучей смеси, а соответственно и его объемно-насыпной вес.

Поскольку объем сыпучей смеси практически не изменяется при изменении влажности, то содержание воды в сыпучей смеси можно не измерять, а вычислять для всего дозируемого объема.

Процесс дозирования, реализующий предлагаемый метод определения количества влаги в сыпучей смеси, представлен на рисунке 2:



$P_з$ – заданный вес сыпучей смеси, $P_ф$ – фактический вес сыпучей смеси при расчетном объеме, V_p – расчетный объем сыпучей смеси, t_0 – начало объемного дозирования, t_1 – окончание объемного дозирования, t_2 – разгрузка,

Рисунок 2 – Удельно-весовое объемное дозирования сыпучей смеси

Суть метода заключается в следующем: сыпучая смесь дозируется не по заданному весу, а по ее расчетному объему, при этом результат измерения веса принимается во внимание только при расчете содержания воды в смеси. Перед началом дозирования вычисляется расчетный объем сыпучей смеси:

$$V_p = \frac{P_з}{\rho}, \quad (3)$$

где V_p – расчетный объем сыпучей смеси;

$P_з$ – заданный вес сыпучей смеси в соответствии с рецептом;

ρ – удельный насыпной вес сухой сыпучей смеси.

Затем бункер дозатора наполняется сыпучей смесью, до тех пор, пока не будет достигнут ее расчетный объем V_p :

При достижении расчетного объема V_p измеряется фактический вес сыпучей смеси $P_ф$. Разность между фактическим весом $P_ф$ и заданным весом $P_з$ является весом находящейся в смеси воды:

$$P_в = P_ф - P_з, \quad (4)$$

где $P_в$ – вес воды, находящейся в сыпучей смеси;

$P_ф$ – фактический вес сыпучей смеси при расчетном объеме;

$P_з$ – заданный сыпучей смеси.

При использовании предложенного метода проблема нарушения межкомпонентного соотношения МКС решается автоматически, поскольку дозированный объем V_c сыпучей смеси соответствует заданной величине, выраженной в единицах веса $P_з$.

Проблема нарушения водоцементного соотношения решается путем коррекции дозируемого объема воды на величину $P_в$ (4).

Компоненты для формирования бетонной смеси связаны соотношением:

$$P = \sum P_{V_{цф}} P_{V_{пф}} (P_{вз} - (P_{V_{цф}} - P_{цз}) + (P_{V_{пф}} - P_{пз})) P_d, \quad (5)$$

где P – суммарный вес компонентов сыпучей смеси;

$P_{V_{цф}}$ – фактический вес щебня при дозированном объеме;

$P_{V_{пф}}$ – фактический вес песка при дозированном объеме;

$P_{цз}$ – заданный вес щебня;

$P_{пз}$ – заданный вес песка;

$P_{вз}$ – заданный вес воды;

P_d – заданный вес химических добавок.

Использование предложенного метода позволяет проводить дозирование критичных по отношению к воде компонентов (песок, щебень) по расчетному объему, а остальных (цемент, вода, химические добавки) – по весу. В этом случае необходима доработка только весовых дозаторов для песка и щебня.

Преимущества предлагаемого метода определения влаги в процессе дозирования:

- Снижение себестоимости приготовления бетона за счет отказа от оборудования для измерения влаги.
- Повышение качественных характеристик бетонной смеси.
- Повторяемость (монотонность) характеристик бетона в различных погодных условиях.

Список литературы

1. Файнер М.Ш. Новые закономерности в бетоне и их практическое приложение. Киев. Наукова думка: 2001. - 448 с.
2. Карпин Е.Б. Средства автоматизации для измерения и дозирования массы (расчет и конструирование). 2-е изд. перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1971. - 470 с.

У статті викладений метод питомо-вагового об'ємного дозування без використання датчиків виміру вологості.

In the article method volumetric batching without using measurement gauges of humidity is stated.

Одержано 02.11.06