

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ КИРПИЧА-СЫРЦА ОТ ВЛАЖНОСТИ СМЕСИ

**Т.В. Котлубовская, И.А. Котлубовский, И.В. Лелеченко**

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова  
г. Барнаул

Статья посвящена исследованию зависимости электрического сопротивления кирпича-сырца от влажности смеси

**Ключевые слова:** влажность бетонного кирпича-сырца, электрическое сопротивление, экспресс-контроль качества.

Важность строительной отрасли в современной жизни трудно переоценить. И бетонный кирпич, как строительный материал, завоевывает все более прочные позиции на рынке. Причем имеет место быть не разовый всплеск спроса на этот материал, а четкая тенденция. Происходит это, в основном, по двум причинам:

– неуклонно увеличивающийся спрос на кирпич. Увеличение спроса происходит, поскольку кирпич очень удобен в частном малоэтажном строительстве, которое год за годом отвоевывает свою долю рынка у многоэтажных жилых районов;

– относительно малозатратное производство прессованных бетонных кирпичей. Именно поэтому на строительном рынке присутствует большое количество мелких и средних производителей такой продукции. И насыщение рынка бетонным кирпичом от разных производителей повлекло за собой, как снижение цены на эти изделия, так и улучшение среднего качества кирпича вследствие возросшей конкуренции.

Указанные причины позволяют спрогнозировать устойчивое положение производителей бетонного кирпича и, следовательно, важность и целесообразность усовершенствования технологии производства, в том числе за счет автоматизации и ускорения методов контроля качества.

Бетон можно изготавливать различными способами, но основных способов два:

- литьевой (вибролитье, как частный случай);
- прессование (вибропрессование, гиперпрессование).

В основу изготовления классического бетона положена химическая реакция гидратации цемента - отверждения цемента с по-

мощью воды [1]. Таким образом, вне зависимости от способа получения бетона, два компонента присутствуют по определению. Это цемент и вода. И именно их правильное соотношение определяет, каким получится бетон. То есть: качество бетона вообще и конкретные физико-механические и эксплуатационные характеристики в частности. Кроме двух определяющих компонентов бетона в его составе могут присутствовать и другие составляющие в зависимости от назначения. Это такие компоненты как песок, щебень, отсеб, металлическая или пластиковая арматура, пластификаторы, ускорители, модификаторы, красители (их называют пигменты), замедлители. Перечисленные составляющие могут присутствовать либо не присутствовать при изготовлении и изменяют конечные свойства бетона в очень широком диапазоне.

Способы же получения бетона (то есть два основных, указанных выше) имеют довольно существенные отличия. Литьевой метод позволяет получать бетонные изделия любой формы и объёма по причине высокой текучести бетонной смеси (раствора), либо за счёт принудительной вибрации раствора, опять же для повышения текучести. Метод прессования, напротив, основан на достаточно серьёзном сжатии бетонной смеси в чётко ограниченном объёме.

В самих названиях способов изготовления бетона кроется их основное различие. Это различие – в составе для получения бетона. В случае литья – раствор льётся сам (или с помощью), что вызвано большим количеством воды в растворе по сравнению с сухими компонентами. В случае прессования – воды (влаги) в смеси совсем немного, и этой смеси надо принудительно придать определённую форму. То есть, сжать, спрессовать.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ КИРПИЧА-СЫРЦА ОТ ВЛАЖНОСТИ СМЕСИ

И если при литевом способе влажность (количество воды) раствора может изменяться на (4-5)% в любую сторону без заметного изменения качества бетона, то при прессовании влажность изначально намного ниже. И изменение влажности смеси даже на (1-2)% может серьёзно повлиять на конечные свойства бетона.

Именно поэтому контроль за влажностью прессуемой смеси является крайне важным фактором.

Технологический процесс изготовления бетонных кирпичей методом полусухого гиперпрессования включает в себя следующие этапы:

- 1) дозировку компонентов;
- 2) смешение компонентов, получение смеси;
- 3) подачу смеси на прессование;
- 4) непосредственное прессование (сжатие) смеси с получением кирпича-сырца;
- 5) съём кирпича-сырца с пресса;
- 6) транспортирование сырца в зону отверждения;
- 7) складирование готового бетонного кирпича для отправки потребителю.

Состав смеси для изготовления кирпичей состоит из следующих компонентов:

- портланд-цемент марки М – 400;
- отсев от дробления щебня (далее – отсев) известковых пород, фракционированный;
- вода;
- пластификаторы, пигменты, другие химические добавки (в зависимости от назначения кирпича).

Для контроля влажности (содержания воды в составе) смеси особо важны 3, 4 и 5 этапы технологического процесса.

После дозировки и смешения компонентов в смесителе получается готовая смесь для прессования бетонных кирпичей. Далее, эта смесь подаётся по ленточному транспортеру на роторный гидравлический пресс. На выходе из транспортера смесь:

- дозируется в пресс-форму на два кирпича;
- прессуется до состояния кирпича-сырца;
- извлекается из пресс-формы в виде двух спрессованных кирпичей (левого и правого по расположению на месте съёма).

После прессования полученные кирпичи транспортируются в зону отверждения.

Таким образом, исходя из предлагаемой методики, измерение влажности получаемого изделия происходит на этапе съёма с ротор-

ного пресса. В приспособление для съёма кирпича сырца (съёмник парный) монтируются щупы для измерения электрического сопротивления. В зависимости от измеренного сопротивления, определяется влажность полученных изделий. При необходимости, осуществляется корректировка смеси на этапе подачи её по ленточному транспортеру. При недостаточной влажности осуществляется впрыск воды в смесь на транспортере с помощью форсунок. При влажности избыточной, смесь на транспортере подсушивается при помощи тепловентилятора, установленного на транспортере.

При изменении влажности смеси меняется её электрическое сопротивление. Поэтому, по изменению электрического сопротивления можно судить о влажности кирпича-сырца и, контролируя показатель влажности, можно добиваться наилучших прочностных характеристик готовых изделий.

Для осуществления контроля качества кирпича-сырца в процессе изготовления была разработана автоматизированная информационно - измерительная система [2].

Для установления зависимости электрического сопротивления кирпича-сырца от его влажности был проведен эксперимент на базе роторного гидравлического пресса GTI-2000. Пресс предназначен для изготовления бетонного лего – кирпича методом гиперпрессования. Кирпичи выпускаются попарно (левый и правый кирпичи). Во время эксперимента был отключен дозатор, транспортер и смеситель, а пресс переведен в ручной режим работы. Для измерения электрического сопротивления использовался цифровой мультиметр и штатный съёмник кирпичей с пресса, на который жестко закреплялись щупы мультиметра. Бетонная смесь готовилась по заданной рецептуре с известной влажностью на несколько циклов прессования. По мере выработки одной смеси изменялась рецептура и готовилась смесь другой влажности. При полусухом прессовании бетонных изделий, влажность смеси, как правило, колеблется от 5% до 8%. Шаг изменения влажности – 0,83%.

Для каждого значения влажности было проведено по 6 измерений. Проведена статистическая обработка результатов измерений.

Результаты измерений представлены в графической форме (рисунки 1-3). Причем на рисунке 3 представлен обобщенный график.

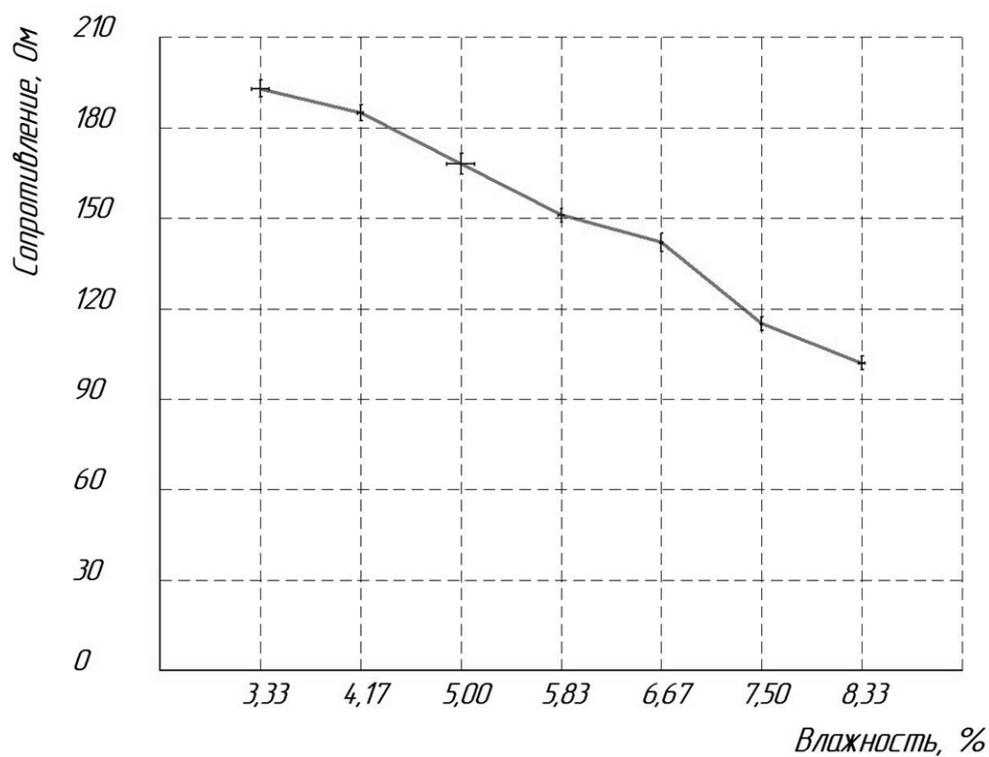


Рисунок 1 – Зависимость электрического сопротивления образцов кирпича-сырца (левый кирпич) от влажности (усредненный график)

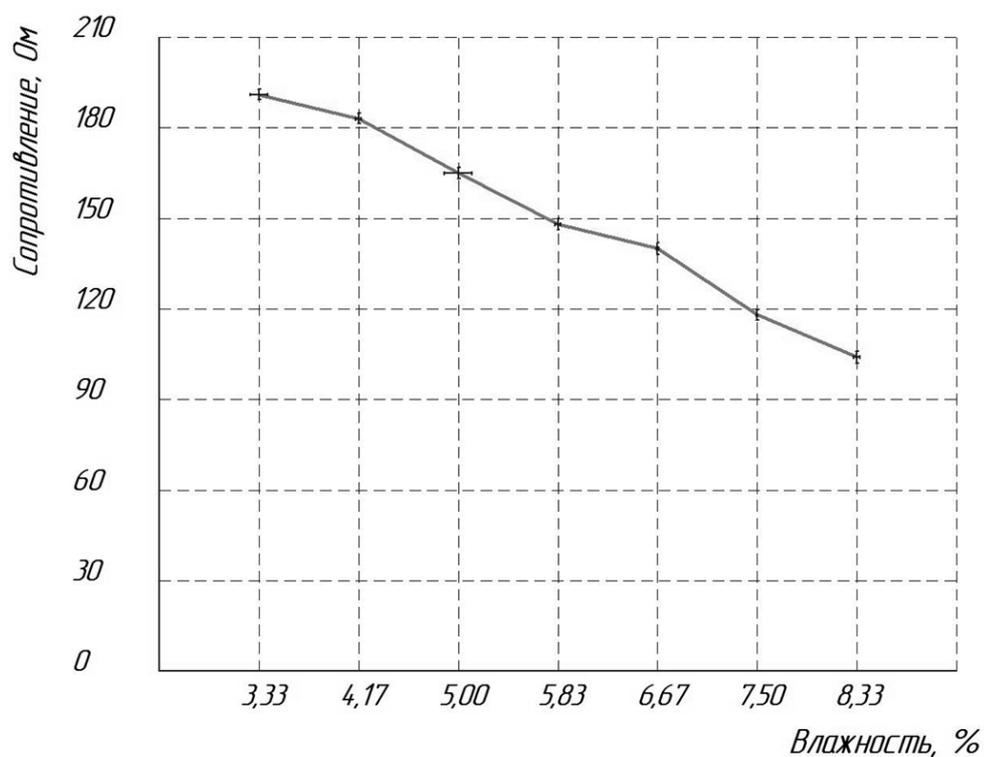


Рисунок 2 – Зависимость электрического сопротивления образцов кирпича-сырца (правый кирпич) от влажности (усредненный график)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ КИРПИЧА-СЫРЦА ОТ ВЛАЖНОСТИ СМЕСИ

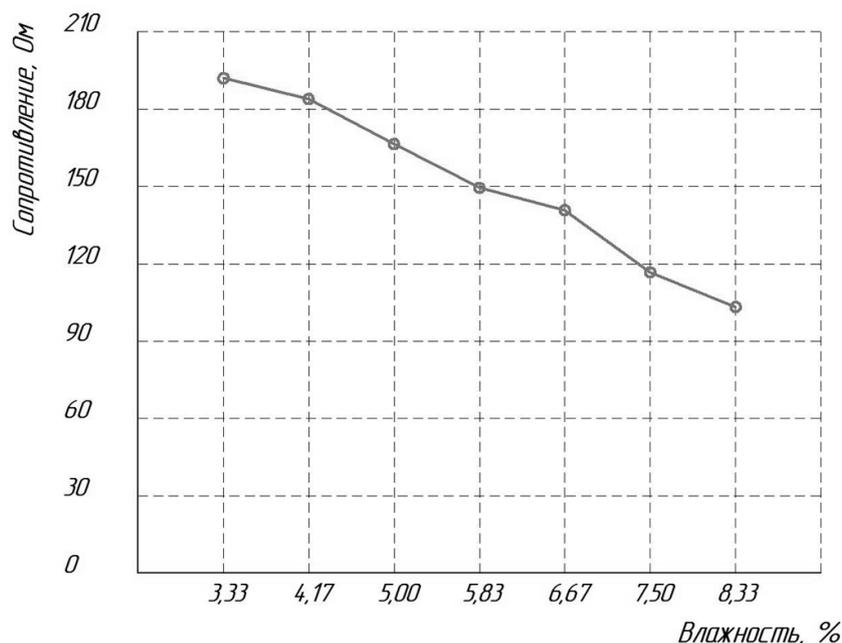


Рисунок 3 – Обобщенная зависимость электрического сопротивления образцов кирпича-сырца от влажности

Из графиков видно, что электрическое сопротивление образцов кирпича-сырца уменьшается с повышением влажности смеси.

### Выводы

Экспресс-контроль влажности кирпича-сырца необходимо проводить в течение всего производственного цикла, не дожидаясь завершения процесса гидратации, что позволит значительно сократить время исследования.

Выявленная зависимость электрического сопротивления от влажности хорошо укладывается в используемый при полусухом пресовании диапазон влажности смеси и подходит для практического использования.

Контроль влажности кирпича-сырца посредством измерения электрического сопротивления позволит оперативно отреагировать на изменение влажности смеси в процессе производства и внести коррективы в рецеп-

туру с целью повышения качества готовой продукции.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гидратация цемента [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://1pokirpichy.ru/rastvory/gidrataciya-cementa.html>
2. Т. В. Котлубовская. Разработка проекта экспресс-контроля качества бетонного кирпича в процессе производства /Котлубовская, Т. В., Котлубовский И. А., Лелеченко И. В. // Ползуновский альманах . – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2016. – №2. – с. 208-211.

**Котлубовская Татьяна Викторовна** – к. т. н., доцент, тел.: (3852) 290913, e-mail: [tavikot2010@mail.ru](mailto:tavikot2010@mail.ru); **Котлубовский Игорь Александрович** – инженер-конструктор ООО "ГазобетонПромТехнологии", e-mail: [kotluigor@yandex.ru](mailto:kotluigor@yandex.ru), **Лелеченко Илья Витальевич** – студент.