

## ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ВИБРОПРЕССОВАННОЙ ТРОТУАРНОЙ ПЛИТКИ

Мартынов В.И. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры), Соколов В.Н., Фесенко Н.В. (г.Одесса)

Приведены результаты статистической обработки испытаний тротуарной плитки, изготавливаемой методом вибропрессования на установке фирмы «Hess», на основании чего произведен анализ состояния процесса производства и намечены мероприятия по улучшению качества выпускаемой продукции.

По мнению специалистов в области менеджмента и качества качество товаров обеспечивается в процессе его производства [1,2]. Алгоритмированно процесс производства принято считать взаимодействием 4М (material(материалы) + machines(оборудование) + method(методы) + man(человек, оператор)). Процесс производства и качество продукции связаны системой причинно-следственных факторов. На стадии производства продукции действует система причинных факторов, взаимодействие которых оказывает влияние на многочисленные свойства продукта (прочность, долговечность, точность размеров и пр.), определяющих его качество.

В XX столетии разработаны различные методы определения качества товаров. Основные из них получили название «семи инструментов качества» [1]. Большинство из них базируется на сборе статистических данных и соответствующем их представлении, что позволяет наглядно отразить состояние производственного процесса.

В настоящей статье приводятся результаты применения некоторых из «семи инструментов» при оценке состояния процесса производства вибропрессованной тротуарной плитки на ООО «Камбио».

Тротуарная плитка выпускается на установке фирмы «Hess» (Германия). В качестве сырьевых материалов применяется портландский цемент Одесского цементного завода, речной песок, гранитный отсев (фракции < 5 мм), пластификатор «Аддимент». Дозирование компонентов производится по массе. Приготовление бетонной смеси в смесителе принудительного действия. Выпускаются следующие виды продукции: «брусчатка», «катушка», «носталит», «ромб», «старый город». Цвет преимущественно серый и красный.

Для оценки состояния технологического процесса контролировались следующие параметры: геометрические размеры, средняя плотность и прочность при сжатии образцов тротуарной плитки.

По показателям прочности при сжатии строились X-карты индивидуальных и средних значений, а также R карты разброса прочности в группе. Группа состоит из 5 образцов.

Кроме контрольных карт рассчитывали статистические характеристики: среднее арифметическое значение, стандартное отклонение, мода, эксцесс и асимметрия, коэффициент вариации.

На контрольных картах прочности нанесены линиями – среднее арифметическое значение прочности за контролируемый период (апрель-июль 2003 г). Верхняя граница допустимых значений (ВГД), нижняя граница допустимых значений (НГД), коэффициент вариации и мощность процесса. Верхняя и нижняя границы допустимых значений вычисляются по формулам:

$$\text{ВГД} = \bar{R} + A \cdot \sigma \qquad \text{НГД} = \bar{R} - A \cdot \sigma \qquad (1)$$

где  $\bar{R}$  – среднее арифметическое прочности при сжатии, МПа;  
A – коэффициент, зависящий от количества контролируемых образцов в группе;  
 $\sigma$  – стандартное отклонение.

При количестве испытуемых образцов в группе 5:  $A = 0,577$ .

Статистические методы контроля качества продукции базируются на понятии разброса контролируемого параметра от его среднего значения. Если разброс показателей контролируемого параметра находится между верхней и нижней границей допустимых значений, то такой разброс называется неизбежным разбросом, а процесс производства имеет стабильный характер. Если на контрольной карте имеются точки, которые находятся за пределами допустимых границ, то такой разброс называется устранимым. В этом случае необходимо выявить причины отклонения и принять меры для их устранения.

На рисунке 1 приведена контрольная карта разброса прочности тротуарной плитки «брусчатка» и «катушка» за анализируемый период. Кроме среднего значения прочности, нижней и верхней границ допустимых значений на карте нанесена линия требуемой прочности бетона при приёмке бетона по маркам [3].

$$R_T = R_{\text{НОРМ}} \frac{K_T}{100} \qquad (2)$$

где  $R_{\text{НОРМ}}$  – нормируемое значение прочности бетона, МПа;  
 $K_T$  – коэффициент требуемой прочности бетона;  
 $R_{\text{НОРМ}}$  – для тротуарной плитки в соответствии с ТУ У 26.6-30976007-002-2002 «Бруківка кольорова вібропресована» равняется 30,0 МПа;

$K_T$  – табличный коэффициент [3], зависящий от коэффициента вариации прочности. При коэффициенте вариации 12%  $K_T = 96\%$ .

Таким образом,  $R_T$  равняется:

$$R_T = 30,0 \frac{96}{100} = 28,8 \text{ МПа} \quad (3)$$

Ниже этого показателя продукция относится к браку.

Как видно из контрольной карты, достаточно большое количество значений прочности находится за пределами контрольных границ, что свидетельствует о значительном влиянии устранимых факторов. За черту брака выпадает одно значение 25-ой группы. Обратившись к журналу регистрации параметров технологического процесса, выяснилось, что в этот день после ремонта вибратора были изменены параметры вибропрессования, которые в дальнейшем снова были установлены прежними.

Полные статистические характеристики выборки приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Наименование показателя	Значение
Среднее арифметическое	38,8
Мода	40,4
Стандартное отклонение	4,5
Дисперсия	20,7
Экцесс	-0,27
Асимметрия	-0,4
Размах	20,0
Минимум	27,5
Максимум	47,5
Коэффициент вариации, %	12

Также рассчитывали показатель мощности технологического процесса в соответствии с правилом «трёх сигм» [4]:

$$C_P = \frac{\bar{R} - R_{НОРМ}}{3 \cdot \sigma} \quad (4)$$

$$C_P = \frac{38,8 - 22,8}{3 \cdot 4,5} = 0,68 \quad (5)$$

Контрольная карта прочности прогнурной глины

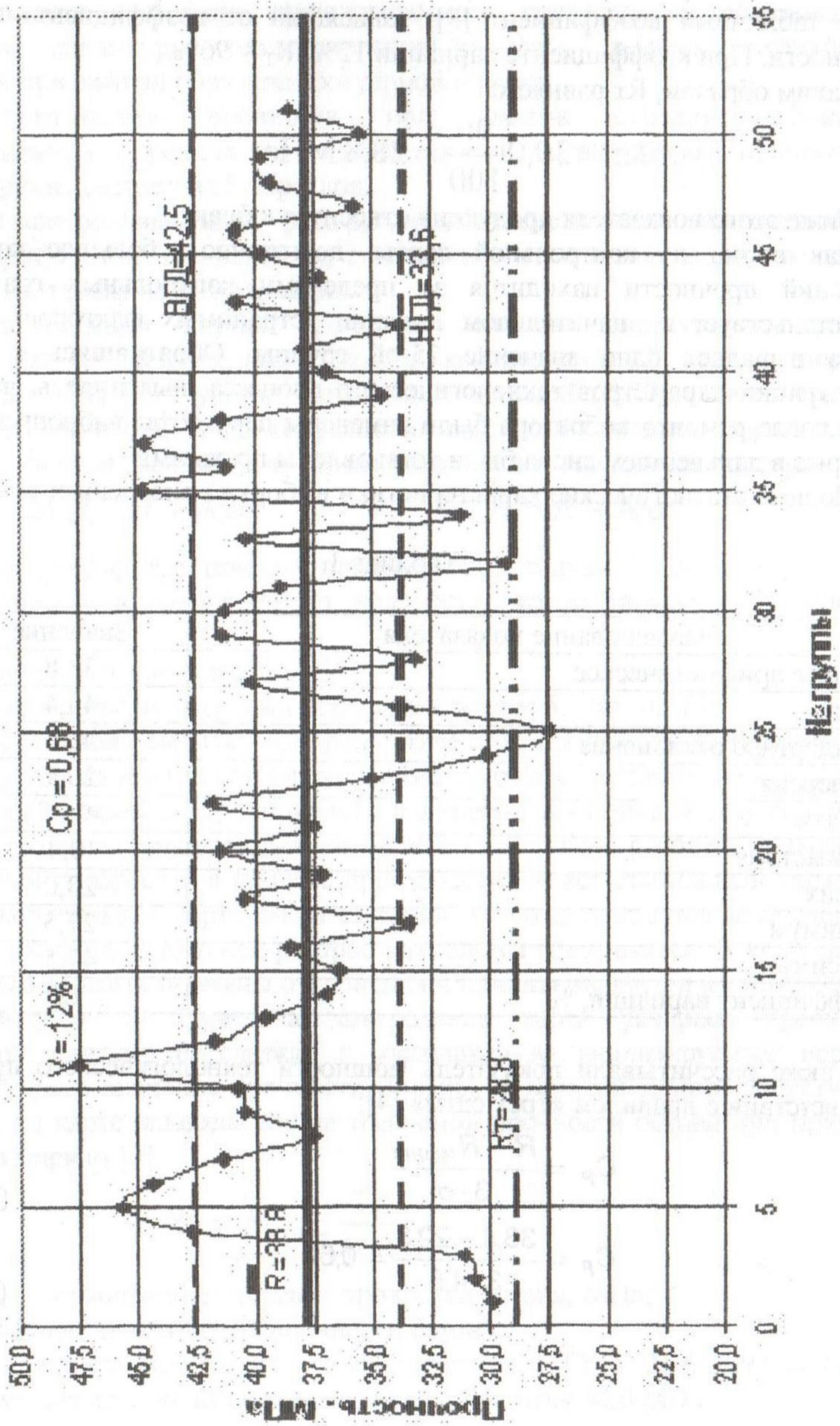


Рис. 1

Если значение  $C_p$  находится в пределе  $1,00 > C_p > 0,67$ , то это означает, что процесс производства неудовлетворителен [1].

Для выявления основных причинных факторов (устраняемых), приводящих к большому разбросу прочности, был применён метод «расслоения». При этом не учитывались колебания в характеристиках исходных сырьевых материалов, сознательно относя их как бы к неустраняемым факторам. Параметры, по которым производилось расслоение и количество показателей, выходящих за пределы допустимых границ, приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Граница допустимых значений	Вид		Цвет		Смена		Бригадир		
	брусчатка	кагушка	серый	красный	дневная	ночная	Артемьев	Платонов	Ищенко
Нижняя	5	2	4	3	5	2	2	3	1
Верхняя	4	1	5	0	3	2	1	2	3
Сумма	9	3	9	3	8	4	3	5	4

Из таблицы видно, что наибольшее количество значений, выходящих за пределы допустимого диапазона, приходится на «брусчатку» серого цвета, производимую в дневную смену.

В результате проведенного анализа намечены мероприятия по стабилизации процесса производства тротуарной плитки.

В частности, запланировано проведение эксперимента с применением математико-статистических методов исследований по определению однородности прочности бетона с одновременным определением оптимальных составов. Эксперимент намечено провести при тех факторах, которые дали наибольший разброс, т.е. на брусчатке серого цвета, производимой в дневную смену.

#### Литература.

1. «Семь инструментов качества» в японской экономике. – М.: Издательство стандартов, 1990. – 88 с. (Качество, экономика, общество. Современные проблемы).
2. Деминг В.Е. Выход из кризиса. – Тверь: Альба, 1994.
3. Тарасов Л.В. Мир построение на вероятности. – М.: Просвещение, 1994. – 191 с.
4. ГОСТ 18105-86 Бетоны. Правила контроля прочности.